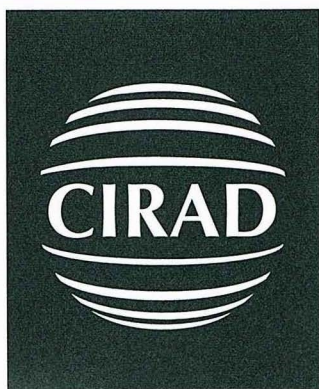


REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

**Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des
Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve
Sénégal et de la Falémé**

S A E D



**ETUDE DES CONDITIONS DE MISE EN
VALEUR DES PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS
DANS LE DÉPARTEMENT DE MATAM**

Tome 4 :

**Analyse des performances technico-
économiques des parcelles et des
pérимètres irrigués**

**Pierre Yves LE GAL
Bruno LIDON**

Décembre 1998

CIRAD-TERA n° 03/99

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

**Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des
Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve
Sénégal et de la Falémé**

S A E D

**ETUDE DES CONDITIONS DE MISE EN
VALEUR DES PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS
DANS LE DÉPARTEMENT DE MATAM**

Tome 4 :

**Analyse des performances technico-
économiques des parcelles et des
pérимètres irrigués**

**Pierre Yves LE GAL
Bruno LIDON**

Décembre 1998

CIRAD-TERA n° 03/99

Résumé

Dans le cadre de l'étude sur les conditions de mise en valeur des périmètres irrigués dans le département de Matam, un volet spécifique a été consacré aux performances technico-économiques des systèmes de production irrigués. Après avoir décrit la méthodologie employée pour réunir les informations nécessaires, nous présentons les caractéristiques du milieu physique, en insistant sur les paramètres conditionnant la conduite des systèmes irrigués (climat, crue et sols). Les aménagements hydro-agricoles sont analysés sous quatre angles : l'histoire de leur développement depuis les années soixante-dix, leurs caractéristiques structurelles, leurs modalités de mise en valeur et leur gestion. Nous soulignons à ce propos les problèmes que rencontrent les paysans pour amortir et entretenir les réseaux et les motopompes, dont le vieillissement représente une contrainte forte à la mise en valeur. La partie suivante présente les pratiques culturales et les rendements observés pour le riz irrigué et les cultures de diversification (maïs, sorgho et maraîchage). Les retards relevés en 1998 dans l'implantation du riz sur la plupart des aménagements suivis sont caractéristiques des difficultés de coordination entre les différents acteurs intervenant sur les périmètres durant cette phase du cycle cultural. Si les revenus à l'hectare tirés de ces cultures sont en moyenne positifs, ils connaissent une grande variabilité avec un quart des parcelles rizicultivées présentant un revenu négatif. Nous terminons par un ensemble de propositions portant, notamment, sur l'entretien des équipements hydrauliques et la gestion des périmètres (aide à la planification et gestion interne de l'information).

Mots clés : irrigation, maintenance, riz, maraîchage, gestion, budget de culture

PRÉAMBULE

La Société nationale d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED) a confié au Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) sur financement de l'Agence française de développement (AFD) la première phase d'une étude intitulée "*étude des conditions de mise en valeur des périmètres irrigués dans le département de Matam*" consistant essentiellement en un diagnostic sur les stratégies des acteurs vis à vis de l'irrigué et la formulation de propositions pour l'appui à la mise en valeur.

Cette étude a été réalisée de mai à décembre 1998 en trois phases :

- Une phase de terrain de mai à septembre 1998 au cours de laquelle ont été réalisées des enquêtes et des interviews dans le département de Matam. Durant la même période un travail de recherche et d'analyse bibliographique a été réalisé à Montpellier (par C. Dardé).
- Une phase de traitement des données, d'analyse et de rédaction d'octobre à novembre.
- Une phase de restitution des résultats du diagnostic et de présentation et discussion des propositions avec les principaux intéressés dans le courant du mois de décembre.

Les enquêtes de terrain ont été réalisées par une équipe d'enquêteurs comprenant MM. Adama Sy, Yaya Deme, Yaya Ndong, Abou Thioub, Abou Sow, Sada Niane, Hamat Thiam et Seydou Sow. La saisie et le contrôle des données ont été réalisés par une équipe d'opérateurs de saisie comprenant MM. Abdoulaye Pape Camara, El Hadji Lo, Pape Samba Guindo et Mlle Anta Seck. Ces équipes ont travaillé à Matam sous la supervision de M. Mamadou Wane qui a mis en place et géré l'ensemble du dispositif. L'appui de la délégation de la SAED à Matam et de la DPDR ont permis un bon déroulement des opérations.

Les experts qui sont intervenus dans le cadre de cette étude sont J. F. Bélières (agro-économiste), M. Diouf (agro-économiste), P. Y. Le Gal (agronome), B. Lidon (hydraulicien), M. R. Mercoiret (sociologue), J. M. Yung (socio-économiste) et C. Dardé (socio-économiste).

Les résultats de cette étude ont donné lieu à la production de 7 documents intitulés *Etude des conditions de mise en valeur des périmètres irrigués dans le département de Matam*

- *Tome 1 : Synthèse.*
- *Tome 2: Rapport général.*
- *Tome 3 : Structures économiques et place de l'irrigation dans la stratégie des acteurs (J. F. Bélières et J. M. Yung).*
- *Tome 4 : Analyse des performances technico-économiques des parcelles et des périmètres irrigués (P. Y. Le Gal et B. Lidon).*
- *Tome 5 : Organisations paysannes et irrigation (M. Diouf et M. R. Mercoiret).*
- *Tome 6 : Diagnostic sur les filières de l'agriculture irriguée (P. Mendez del Villar).*
- *Tome 7 : Support pédagogique de la restitution (dessins de J. Mercoiret).*

Les données collectées et saisies par le dispositif d'enquêtes ont été remises à la SAED sous forme de fichiers informatiques (Lisa, Winstat, Access ou Excel).

Enfin, il convient de remercier tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la bonne réalisation de cette étude et en particulier les producteurs et leurs familles, les responsables d'organisations paysannes, les responsables villageois, les commerçants, les entrepreneurs, les élus, les responsables d'associations et d'organisations fédératives, les responsables de projets et de services administratifs et le personnel de la SAED qui ont accepté de recevoir les experts ou les enquêteurs, de répondre aux questions et d'apporter leur contribution. Les experts tiennent également à remercier tous les membres du dispositif d'enquêtes pour leur travail sérieux et efficace et enfin la délégation de la SAED à Matam et la Direction de la planification et du développement rural pour l'appui constant qu'ils ont apporté pour le bon déroulement des opérations.

Sommaire

Introduction	1
1. Méthodologie	2
1.1. <i>Méthodes d'enquête</i>	2
1.2. <i>Echantillonnage</i>	3
2. Le milieu physique	5
2.1. <i>Les caractéristiques climatiques</i>	5
2.1.1. <i>La pluviométrie</i>	5
2.1.2. <i>Les températures</i>	6
2.1.3. <i>L'évapotranspiration potentielle</i>	7
2.1.4. <i>Bilan climatique</i>	7
2.2. <i>La crue</i>	8
2.2.1. <i>La crue du fleuve Sénégal</i>	8
2.2.2. <i>La crue du Diamel et du Dioulol</i>	8
2.3. <i>Les sols</i>	10
2.4. <i>Conséquences pour la mise en valeur</i>	13
3. Les aménagements hydro-agricoles	19
3.1. <i>Historique du développement de l'agriculture irriguée</i>	19
3.1.1. <i>Le démarrage de l'irrigation dans le département de Matam (1970-1985)</i>	19
3.1.2. <i>Le projet Matam III (1985-1992)</i>	20
3.1.3. <i>Le désengagement de la SAED (1992-1995)</i>	22
3.1.4. <i>Le redressement récent au cours des années 1996-1998</i>	24
3.2. <i>Caractéristiques structurelles des différents aménagements</i>	24
3.2.1. <i>Les caractéristiques de conception des différents types d'aménagements</i>	24
3.2.2. <i>Les stations de pompage</i>	28
3.2.3. <i>Les réseaux d'irrigation</i>	32
3.2.4. <i>Le parcellaire</i>	33
3.3. <i>Les modalités de mise en valeur</i>	34
3.4. <i>La gestion hydraulique</i>	38
3.4.1. <i>La station de pompage</i>	38
3.4.2. <i>Conduite des irrigations</i>	41
3.4.3. <i>La maintenance des réseaux</i>	42
3.4.4. <i>Récapitulatif des frais d'amortissement et de maintenance des équipements</i>	43
4. Pratiques culturales et rendements	44
4.1. <i>Le riz irrigué</i>	44
4.1.1. <i>Les référentiels techniques en présence</i>	44
4.1.2. <i>La phase d'implantation</i>	46

4.1.3. <i>L'entretien de la culture</i>	57
4.1.4. <i>La récolte</i>	61
4.1.5. <i>Analyse des rendements</i>	62
4.1.6. <i>Conclusion</i>	64
4.2. <i>Les autres spéculations irriguées</i>	65
4.2.1. <i>Les cultures observées</i>	65
4.2.2. <i>Pratiques culturelles et rendements</i>	67
4.2.3. <i>Conclusion</i>	70
5. Les budgets de culture	72
5.1. <i>Le riz irrigué</i>	72
5.2. <i>Les autres spéculations irriguées</i>	74
6. Synthèse	75
6.1. <i>Des dysfonctionnements aux origines diverses</i>	75
6.2. <i>Propositions et recommandations</i>	77
Bibliographie	83
Annexes	85

Introduction

Nous définirons d'une manière générale les périmètres irrigués comme des ensembles formés d'un dispositif technique (équipement de pompage, réseaux assurant la distribution de l'eau et son drainage, parcelles) et d'acteurs individuels et collectifs dont les rôles et les interventions vont se répartir entre quatre grandes fonctions (Le Gal, 1997):

(i) **la fonction hydraulique**, où l'on distinguera classiquement les activités liées à l'exploitation des réseaux (distribution de l'eau) de celles liées à la maintenance (stations de pompage, ouvrages, réseaux d'irrigation et de drainage) ;

(ii) **la fonction financière**, avec une dimension budgétaire et comptable (relevé des dépenses et calcul de la redevance en eau) et des aspects liés à la gestion de la trésorerie (recouvrement des redevances, suivi des stocks et de la commercialisation si paiement en nature, suivi de la caisse et des comptes bancaires) ;

(iii) **la fonction de production agricole**, valorisant l'eau distribuée à travers la gestion des systèmes de culture. De cette fonction relève une série de décisions portant sur les choix d'assolement et des itinéraires techniques, dont dépendra la productivité du foncier ;

(iv) **la fonction de commercialisation/transformation des productions.**

De la bonne coordination entre ces quatre fonctions et les acteurs qui les contrôlent dépendent les performances techniques et économiques des périmètres, et par là même leur viabilité sur le long terme à travers la capacité des agriculteurs non seulement à couvrir les charges de fonctionnement liées à chaque campagne agricole, mais également à renouveler les équipements et entretenir les réseaux.

Les périmètres rencontrés dans le département de Matam n'échappent pas à ce modèle général. Leurs caractéristiques techniques conditionnent en partie leurs résultats, mais les modalités de gestion technique et économique adoptées par les agriculteurs représentent également des facteurs clés de leur réussite, à court-comme à long-terme. Cette situation justifiait donc pleinement l'existence d'un volet spécifiquement dédié à l'analyse des performances technico-économiques des parcelles et périmètres irrigués, dans une étude consacrée à leurs conditions de mise en valeur.

Le présent rapport s'intéressera essentiellement à la gestion hydraulique, du périmètre à la parcelle, et à la gestion de la production agricole à la parcelle. Après avoir décrit la méthodologie employée, nous présenterons successivement :

- le milieu physique dans lequel s'inscrivent les périmètres, en insistant sur les paramètres conditionnant plus spécifiquement leur mise en valeur ;

- les aménagements, avec leurs caractéristiques structurelles, leurs modes de mise en valeur et leurs modalités de gestion hydraulique ;

- les pratiques culturales, en insistant sur le riz, principale culture irriguée de la zone, tout en donnant quelques éléments sur les autres spéculations rencontrées lors de notre enquête ;

- les rendements et les budgets de culture associés.

Sur la base des déterminants expliquant les pratiques relevées, nous terminerons par une synthèse des causes de dysfonctionnements techniques observées et par des propositions d'interventions possibles pour améliorer ces performances.

1. Méthodologie

1.1. Méthodes d'enquête

Nos informations proviennent de 4 sources principales :

- l'enquête "foyré"

Cette enquête, menée sur 241 unités familiales dans six villages, a été conduite par interview rétrospectif en un passage. Elle comprenait un recensement de toutes les parcelles, irriguées ou non, cultivées en 1996 et 1997 dans chaque foyré enquêté. Pour chaque parcelle étaient relevés : le type d'aménagement, les surfaces totale, cultivée et récoltée, les cultures pratiquées, les pratiques culturales (de la préparation du sol à la récolte) et les productions. Le calage des cycles était repéré par le mois auquel étaient réalisés la préparation du sol et le semis de la parcelle. L'utilisation d'intrants et les coûts afférents à chaque opération étaient également relevés par l'enquêteur.

Après apurement des données, 943 parcelles sur 967 ont été retenues dont seulement 49 % se trouvent sur un aménagement hydro-agricole, les autres relevant de zones pluviales, de bas-fonds ou de jardins situés en bord de cours d'eau. Nous nous intéresserons essentiellement dans la suite de ce rapport aux parcelles irriguées¹.

Cette enquête a le mérite de présenter, pour chaque parcelle, un cycle complet de production. Mais ses limites sont connues : impossibilité de vérifier les informations fournies par l'agriculteur, approximations nombreuses liées à l'éloignement des faits, en l'absence d'enregistrements sur le papier, imprécisions sur les productions et les surfaces. L'analyse qui en est tirée est donc essentiellement d'ordre statistique et descriptif. Pour mieux comprendre les processus de décision liés aux interventions techniques, nous avons mis sur pied, sur six aménagements, un suivi des groupes moto-pompes (GMP) et de 20 parcelles par aménagement.

- le suivi des groupes moto-pompes et des parcelles irriguées

En l'absence de système d'information tenu par les agriculteurs, la connaissance précise des pratiques culturales, des coûts et des rendements, passe par la mise en place d'un suivi en temps réel des opérations². De juillet à septembre 1998, nous avons ainsi placé un enquêteur pour deux périmètres suivis, à charge pour lui de relever régulièrement lors de ses passages sur le périmètre et interview des paysans : les jours et heures de fonctionnement des GMP, les pannes et le coût des réparations, leur entretien courant, les dates de chaque opération culturale depuis la mise en place des pépinières³, la nature, les quantités et les coûts des intrants utilisés, y compris la main-d'oeuvre extérieure.

Ce suivi a permis de reconstituer précisément la phase d'implantation de la culture, voire son entretien (désherbage et fertilisation). Malgré son intérêt, il a malheureusement dû être interrompu du fait du calage de l'étude par rapport à la campagne agricole, qui, de plus, a démarré relativement tard sur trois des aménagements suivis. Ceci étant, le suivi complet de la campagne agricole aurait nécessité environ dix mois pour collecter toutes les données touchant à la récolte et à l'utilisation des productions. Une telle opération doit donc être pensée dans la durée, en l'élargissant à un objectif d'appui-conseil aux producteurs (voir paragraphe 6.2)

¹ Le distinguo entre cultures irriguées, *via* un périmètre avec pompage, et cultures de décrue, alimentées par le retrait des eaux du fleuve, ne fait pas toujours l'unanimité (Marzouk, 1989). Nous limiterons, pour notre part, l'appellation "cultures irriguées" à celles portées par un périmètre.

²Voir Le Gal, 1993 pour un exemple sur le delta du fleuve Sénégal.

³ Seules des parcelles de riz ont été suivies.

- les entretiens avec des personnes ressources

Aussi précises qu'elles soient, les données de suivi ne fournissent qu'une description des événements survenus sur les parcelles et les périmètres. Elles permettent d'établir des hypothèses sur les raisons à l'origine des faits observés, mais ces hypothèses doivent être discutées avec les agriculteurs eux-mêmes. Les entretiens menés doivent ainsi apporter un éclairage sur les processus de prise de décision à l'origine des pratiques et fournir les éléments de compréhension des choix réalisés par les acteurs.

Concrètement, et pour des questions de temps, nous avons focalisé nos entretiens sur les présidents des organisations gérant les périmètres étudiés. Occasionnellement, ces présidents étaient accompagnés d'une autre personne du bureau (trésorier ou secrétaire). Ce choix se justifiait également par le fait que les présidents occupent en général une position décisionnelle centrale, et que, sur les périmètres irrigués en général, les comportements individuels sont fortement contraints par le niveau collectif, que ce soit en terme de calendrier ou d'accès aux intrants.

La conduite de ces entretiens s'est appuyée sur une méthodologie déjà éprouvée sur le delta du fleuve Sénégal (Le Gal et Papy, 1998) et à l'Office du Niger (Coulibaly, 1997) concernant des problèmes de gestion des calendriers de travail en double riziculture. Lors d'une première mission en juillet, nous avons reconstruit avec nos interlocuteurs la façon dont ils envisageaient de conduire la campagne à venir (notion de programme prévisionnel ou de planification des opérations). Puis, lors de la seconde mission réalisée en septembre, nous avons repris les différentes opérations telles qu'elles avaient été effectivement réalisées et reportées sur les fiches de suivi, et nous avons essayé de comprendre les raisons ayant conduit les agriculteurs à s'écarter de leur programme prévisionnel (notion d'ajustement aux aléas rencontrés en cours de campagne).

La combinaison de ces deux séries d'entretiens nous a éclairé à la fois sur les références et règles mobilisées par les agriculteurs dans leurs processus de prise de décision, sur les difficultés qu'ils rencontrent dans la gestion de leurs activités et sur leurs modalités de réponse et d'adaptation à ces difficultés.

- les observations de terrain

Tous les aménagements suivis ont été visités au moins une fois, mais à des périodes parfois défavorables à la mise en évidence de problèmes visualisables. Ainsi, les visites concernant le volet hydraulique ont été réalisées en juin, alors qu'aucun périmètre n'était fonctionnel. Ceci a permis d'évaluer l'état des réseaux, mais pas d'observer l'existence d'éventuelles pertes en eau ou de zones mal irriguées. Il en allait de même lors de la première mission de l'agronome en juillet, alors que la plupart des périmètres étaient inaccessibles lors de sa deuxième mission en septembre, du fait des pluies et de la crue.

Comme pour le suivi, nous déplorons donc le mauvais calage de l'étude par rapport à l'utilisation des périmètres. Au plan agronomique, c'est en effet à la récolte qu'une intervention ponctuelle permet de recueillir le maximum d'informations. Mais, là encore, seul un travail dans la durée permet d'enrichir le diagnostic et d'asseoir une interaction fructueuse avec les agriculteurs.

En complément à ces observations, nous avons demandé aux enquêteurs de réaliser des mesures de densité plants après repiquage, à raison de trois sondages d'un m² par parcelle suivie.

1.2. Echantillonnage

Comme pour toute enquête de ce type, la construction des échantillons étudiés a répondu à un compromis acceptable entre plusieurs aspects¹ :

¹ Nous ne traiterons ici que du choix des aménagements et parcelles suivies durant la campagne de saison des pluies 1998. Nous renvoyons le lecteur au rapport n°2 pour ce qui est du choix des villages et des exploitations enquêtées.

- un souci d'élargissement de la taille des échantillons étudiés, afin d'explorer au mieux la diversité de la population concernée ;
- la quantité de données à collecter par unité enquêtée, qui se veut aussi exhaustive que possible sans nuire à leur qualité ;
- le personnel disponible pour réaliser l'enquête, lui-même fonction du budget ;
- le temps consacré à cette opération.

Nous avons enfin tenu compte de la fonctionnalité des aménagements dans chaque village enquêté. Il s'est avéré qu'un choix n'était possible qu'à Ndouloumadji, puisqu'aucun aménagement n'était utilisé à Ndendori (village exclu *de facto* du suivi) et qu'un seul était utilisé dans les 4 autres villages (tableau 1). Les périmètres retenus se répartissent en trois groupes du point de vue de l'enquête :

- six périmètres ayant fait l'objet d'un suivi complet (en gras dans le tableau 1)
- trois périmètres ayant uniquement fait l'objet d'un suivi de la moto-pompe
- cinq périmètres visités par l'expert hydraulicien mais n'ayant fait l'objet d'aucun suivi (en italique dans le tableau 1)

tableau 1 : Structure de l'échantillon suivi

Village	périmètre	suivi GMP	parcelles totales	parcelles enquêtées	taux (%)
Thialy soubalo	Thialy 2	oui	58	20	34
Bow	Bow2	oui	47	20	43
	<i>Bow3</i>	-	-	-	-
Gouriki Colliabé	PIV REM	oui	30	20	67
Ganguel	Ganguel 2	oui	67	20	30
Ndouloumadji Dembé	UAI 7	oui	25	20	80
	PIV Dembé 4	oui	45	20	44
Ndouloumadji Founébé	<i>UAI4</i>	-	-	-	-
	<i>UAI 5</i>	oui	-	-	-
	<i>UAI 20</i>	oui	-	-	-
	<i>UAI 21</i>	oui	-	-	-
	<i>UAI 23</i>	-	-	-	-
Koundel	<i>Koundel 1</i>	-	-	-	-
	<i>Koundel 2</i>	-	-	-	-
Diamel 1-2	<i>SV Diamel 2-3</i>	-	-	-	-
total	15	9	272	120	44

Le choix des parcelles suivies¹, au nombre de 20 par périmètre, s'est fait sur la base des règles suivantes : prise en compte des parcelles des exploitations enquêtées lors de l'enquête "foyré" et répartition homogène sur l'ensemble du périmètre en fonction de la structure du réseau (arroseurs). Le taux d'échantillonnage est variable selon les cas, mais demeure toujours élevé, ce qui garantit une bonne représentativité des observations à l'échelle de chaque site.

¹ Par parcelle nous entendons l'ensemble de l'attribution d'un agriculteur sur le périmètre. Nous verrons plus loin que ces attributions sont le plus souvent morcelées en un grand nombre de sous-parcelles.

2. Le milieu physique

2.1. Les caractéristiques climatiques

Nous nous sommes essentiellement appuyés sur les données recueillies depuis 1950 sur la station de Matam, pour caractériser les conditions climatiques de la région étudiée. Les enquêteurs ont néanmoins réalisé des relevés qualitatifs des pluies tombées pendant leur présence dans les villages, qui peuvent être recoupés avec les enregistrements effectués à Matam et le fonctionnement des moto-pompes.

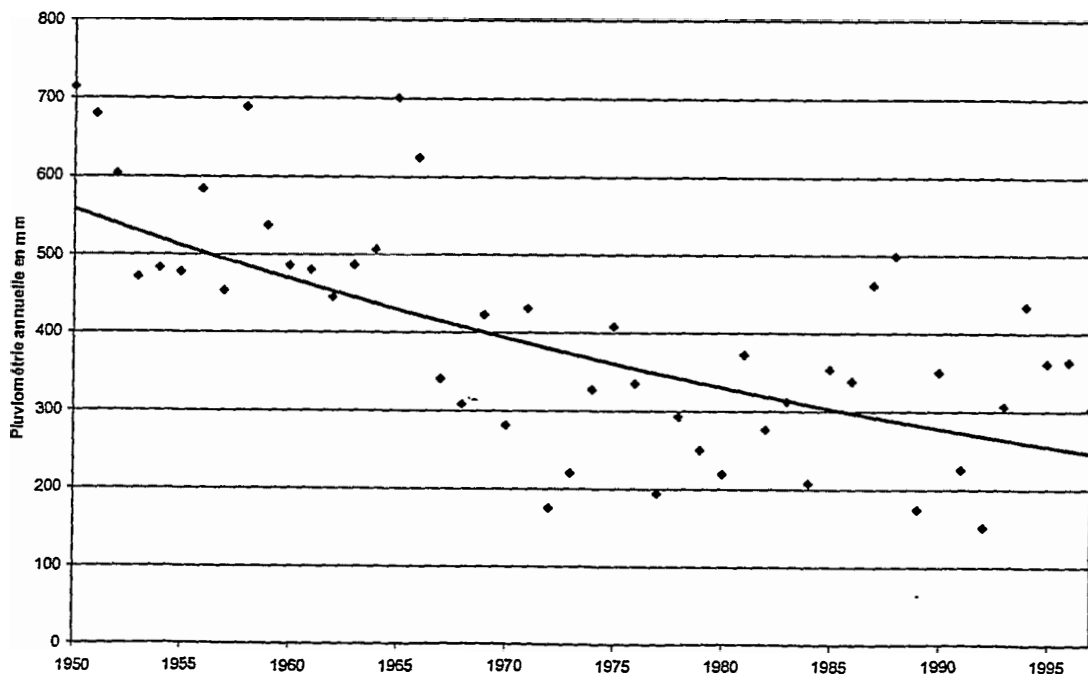
2.1.1. La pluviométrie

2.1.1.1. La pluviométrie annuelle

La pluviométrie moyenne annuelle relative de la station de Matam sur la période 1950- 1997 est de 398 mm.

L'analyse de la pluviométrie annuelle tend à montrer une diminution importante à partir des années 1970 comme le montre la figure 1.

figure 1 : Evolution de la pluviométrie annuelle de Matam sur la période 1950-1997



Si on compare la pluviométrie annuelle au cours des périodes 1950-1966 et 1967-1997 la variation de la baisse de pluviométrie est importante, de l'ordre de 20% comme le montre le tableau 2.

L'effet négatif de cette baisse sur la satisfaction des besoins en eau des cultures pluviales et pâturages justifie à elle seule le lancement des programmes de développement de l'irrigation à partir de la fin des années 1970.

tableau 2 : Comparaison de la pluviométrie annuelle sur les périodes 1950-1966 et 1967-1997

Fréquence dépassement	Période 1950-1966	Période 1967-1997
80%	277 mm	218 mm
50%	370 mm	312 mm
20%	500 mm	408 mm

2.1.1.2. Répartition de la pluviométrie au cours de l'année

Cette analyse a été faite sur la période 1967-1997 afin d'être représentative des conditions actuelles. Le tableau 3 illustre les valeurs des pluviométries mensuelles aux seuils de dépassement 80 %, 50 % et 20 %.

tableau 3 : Fréquence des pluviométries mensuelles (en mm) pour la station de Matam sur la période 1967-1997

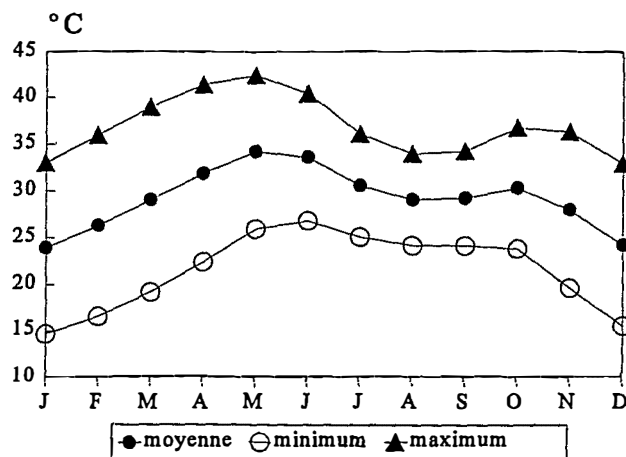
Fréquence au dépassement	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
80%	0	0	0	0	0	5	31,6	70,5	36	0	0	0
50%	0	0	0	0	0	15,8	63,1	105	68,2	6,6	0	0
20%	0	0	0	0	0	30,3	102,8	171,9	126,5	24,4	0	0,3

Il tend à montrer que la saison des pluies démarre en Juin pour se terminer en Octobre mais que la pluviométrie mensuelle n'est significativement supérieure à 20 mm que pendant 3 mois, d'août à septembre.

2.1.2. Les températures

Les températures passent par un maximum principal en fin de saison sèche (mai) et un maximum secondaire en fin d'hivernage (octobre). Minima et maxima augmentent progressivement de février à mai, ces derniers dépassant alors 40°C (figure 2). L'amplitude thermique diminue en hivernage avec la forte régression des maxima, les minima demeurant à peu près stables. Elle est par contre maximale de décembre à février, quand les minima chutent jusqu'à 15°C, alors que les maxima demeurent relativement élevés. La température moyenne oscille ainsi dans une fourchette comprise entre 24°C et 35°C tout au long de l'année. Les variations inter-annuelles, tout en étant effectives, particulièrement en saison sèche, sont moins élevées et moins aléatoires que celles de la pluviométrie.

figure 2 : Moyenne des températures minima, maxima et moyenne à Matam (1950-1963)



2.1.3. L'évapotranspiration potentielle

Annuellement la somme de la demande climatique médiane (ETP Penman source AGRYMET) est de l'ordre de 1944 mm.

Les ETP sont de l'ordre de 4,8 mm/jour pendant l'hivernage avec une valeur minimum au cours du mois d'août, de 5,2 mm/jour pendant la saison sèche froide et de 6,2 mm/jour pendant la saison sèche chaude.

Le tableau 4 illustre les variations mensuelles de la demande climatique au cours de l'année.

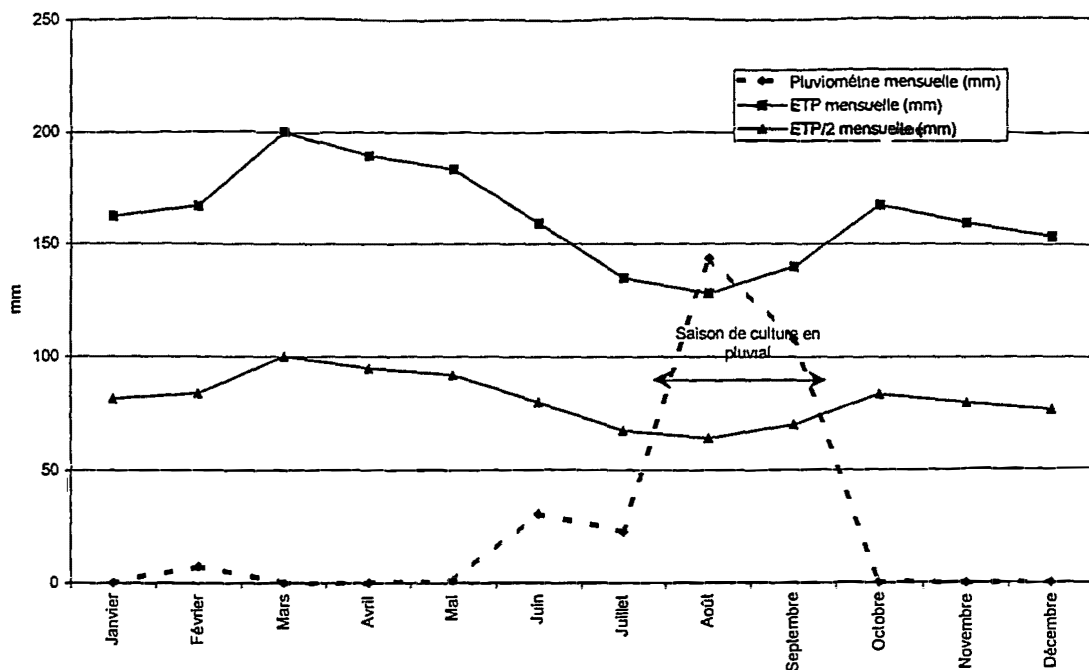
tableau 4 : Variations de l'ETP mensuelle pour la station de Matam

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
ETP mensuelle en mm	162,2	167	200,2	189,5	183,4	159,3	134,7	127,9	139,8	167,2	159,4	153,3
ETP j mm/j	5,2	6,0	6,5	6,3	5,9	5,3	4,3	4,1	4,7	5,4	5,3	4,9

2.1.4. Bilan climatique

La figure 3 illustre le bilan climatique de la région de Matam au pas de temps mensuel. L'année pluviométrique choisie est l'année 1983 dont la valeur de la pluviométrie annuelle est très proche de la valeur médiane des pluviométries pour la période 1967-1997. Elle met clairement en évidence la saison de culture en pluvial de juillet à septembre et le faible taux de couverture des besoins en eau par la seule pluviométrie qui justifie pleinement le recours à l'irrigation pour intensifier les cultures autres que de décrue.

figure 3 : Illustration du bilan climatique pour la région de Matam



2.2. La crue

Le réseau hydrographique permettant l'alimentation en eau des périmètres irrigués est constitué principalement par le fleuve Sénégal et deux de ses défluent, le Diamel et le Dioulol.

Sur la période 1990-1997 étudiée on notera que le régime hydrographique du Sénégal est influencé par la gestion du barrage de Manantali.

2.2.1. La crue du fleuve Sénégal

La figure 4 illustre, par décade, la valeur moyenne de la cote du fleuve mesurée à Matam (niveau IGN en m) sur la période 1990-1995.

Elle montre une date d'arrivée moyenne de la crue au cours de la deuxième décade de Juillet et une fin de la crue fin Novembre.

Néanmoins, du fait des variations climatiques et de la gestion du barrage de Manantali, les variations interannuelles du niveau du fleuve sont importantes comme le montre la figure 5. La différence entre la cote du fleuve ayant 75% de chance d'être dépassée et celle ayant 25% d'être dépassée est supérieure à 1 mètre en juin et décembre et supérieure à 1m50 entre juillet et novembre.

2.2.2. La crue du Diamel et du Dioulol

Dans les conditions actuelles, sans construction d'ouvrages ou recours au pompage, l'alimentation en eau de ces défluent est limitée. Cette contrainte est particulièrement forte pour le Dioulol dont la durée d'alimentation en eau par le Sénégal a varié de 1990 à 1997 et malgré Manantali, de 100 à 130 jours suivant l'importance de la crue. Pour les périmètres alimentés en eau par ce défluent, il est impossible d'envisager de culture de contre

saison et tout retard dans le démarrage de la culture en saison des pluies augmente le risque de manque d'eau en fin de cycle.

Pour le Diamel, les conditions d'alimentation en eau sont moins drastiques mais les débits et l'accès à l'eau sont limités par la topographie du chenal. Du seul point de vue hydraulique, ces contraintes justifient les projets existants de construction d'une station de pompage au niveau de Ballel (Dioulol) et de rectification du cours de ces défluent.

figure 4 : Evolution de la valeur moyenne de la cote du fleuve Sénégal

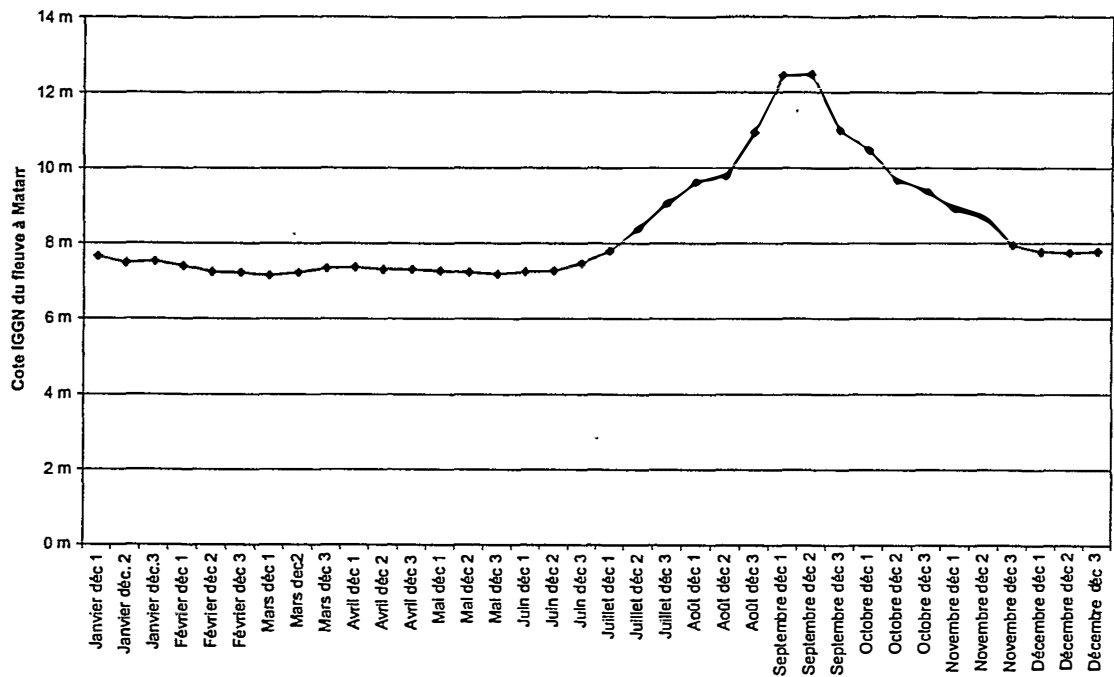
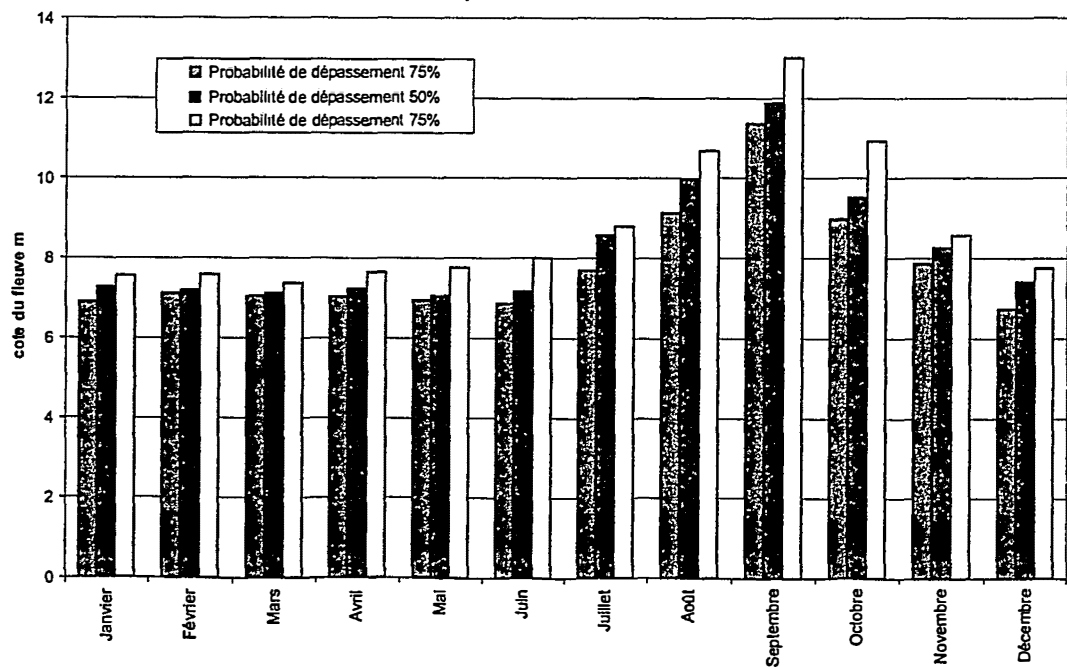


figure 5 : Fréquence de la côte du niveau du Fleuve Sénégal à Matam (1990-1997)



2.3. Les sols

- Généralités

Les sols de la vallée se rangent classiquement en quatre grandes catégories liées à la topographie, elle-même résultante de la dynamique sédimentologique du fleuve au cours du quaternaire, en relation avec les variations paléoclimatiques et les oscillations du niveau marin (Michel, 1973). On distingue ainsi (Jamin et Caneill, 1986) :

- les sols des cuvettes de décantation (*waalo*), autrement dénommés *hollaldé*, qui sont soumis, en l'absence d'endiguement artificiel, à une submersion de longue durée au moment de la crue. Ce sont des vertisols dont la teneur en argile dépasse toujours 35 % mais varie selon leur topographie (figure 6). Ces sols ont une faible teneur en matière organique (0,5 à 1 %) et une faible percolation, de l'ordre de 2 mm/j (Raes et Sy, 1993).

- les sols des levées fluvio-deltaïques (*fondé*), dont la côte peut atteindre 15 m à Matam et qui se trouvent ainsi à l'abri des faibles crues. Leur granulométrie est très variable mais globalement moins argileuse que les *hollaldé* (figure 6). Dans les zones basses se rencontrent des sols sablo-argileux, la teneur en sable augmentant dans les zones les plus hautes, rarement inondées. Leur teneur en matière organique est également faible.

- les sols de *falo*, qui sont constitués de dépôts actuels, de texture sableuse à sablo-argileuse.

- les sols dunaires (*diéri*), de texture essentiellement sableuse, avec des taux d'argile très faibles, inférieurs à 5 %.

Ces différentes formations se regroupent au sein de grandes unités dont l'importance relative varie d'une zone à l'autre, le département de Matam présentant la particularité de combiner sur de faibles distances ces quatre grands types (figure 7).

- Les sols des aménagements suivis (tableau 5)

En l'absence de carte des sols sur les aménagements suivis, nous nous sommes basés sur les déclarations des producteurs pour définir la répartition des parcelles entre les trois types de sol recensés dans la zone (*hollaldé*, faux *hollaldé* et *fondé*). Il apparaît que seul le PIV REM de Gouriki serait sur des sols peu favorables à la riziculture (*fondé*), situation qui a contraint les paysans à délaisser 50 % de l'aménagement, mais qui permet au groupement féminin de pratiquer le maraîchage sur 5 hectares situés en tête de l'aménagement.

Sur les autres aménagements, les sols sont beaucoup plus favorables à la riziculture, avec néanmoins des textures plus légères sur l'UAI 7 de Ndouloumadji, pouvant induire des consommations en eau ou des risques de stress hydrique plus élevés compte tenu des tours d'eau pratiqués. Dans tous les cas, l'homogénéité des types de sols favorise les choix culturels. Cependant, certains présidents de périmètres nous ont mentionnés les problèmes que posent des parcelles de texture plus légère au sein d'un même aménagement.

tableau 5 : Répartition des types de sols par périmètre

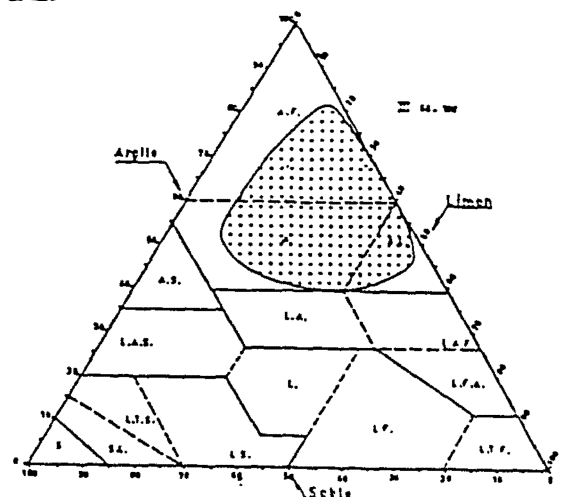
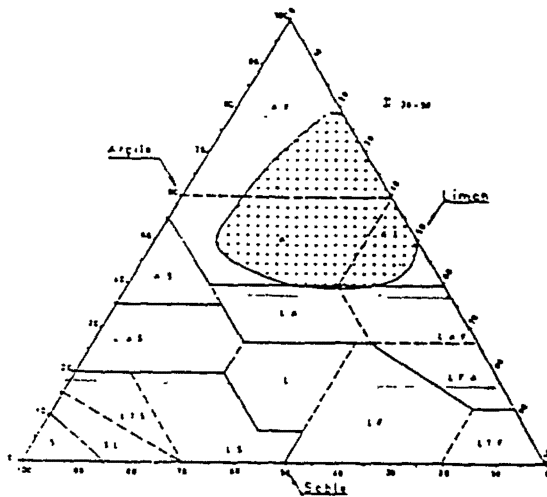
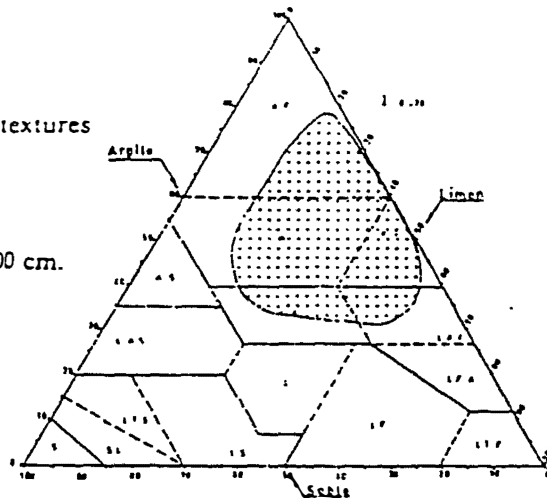
% parcelles	Thialy	Bow	Gouriki	Ganguel	UAI 7	Dembé 4
<i>hollaldé</i>	100	100	-	96	32	100
faux <i>hollaldé</i>	-	-	-	4	68	-
<i>fondé</i>	-	-	100	-	-	-

figure 6 : Classification des types de sol selon leur texture

Repartition des points représentatifs des textures des vertisols des cuvettes

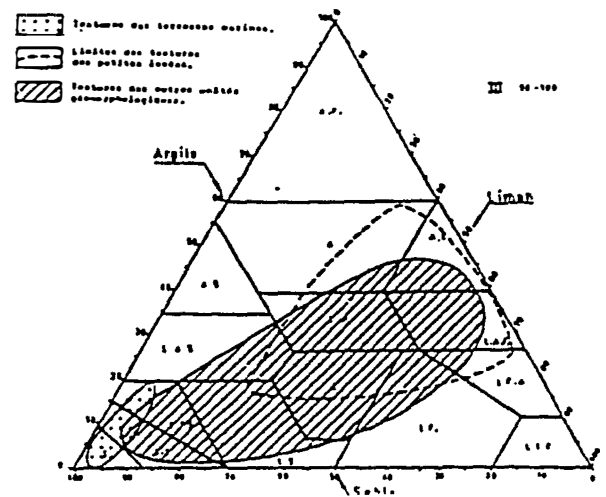
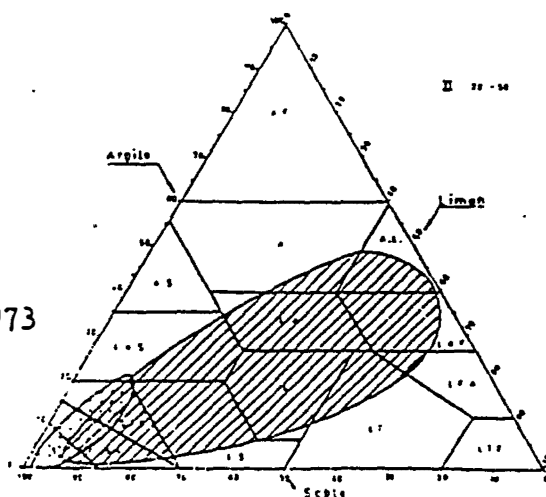
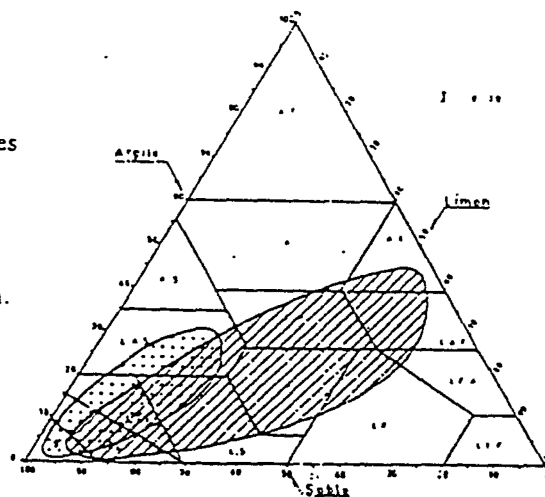
1. Horizon 0 à 20 cm

II. Horizon 20 à 50 cm - III. Horizon 50 à 100 cm.

partition des points représentatifs des textures
des sols peu évolués hydromorphes

! Horizon 0 a 20 cm

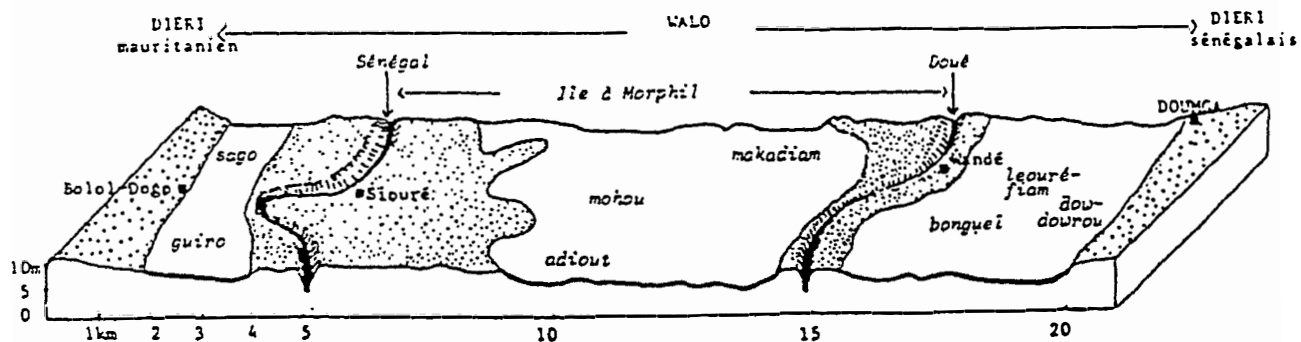
: Horizon 20 à 50 cm - III. Horizon 90 à 100 cm.



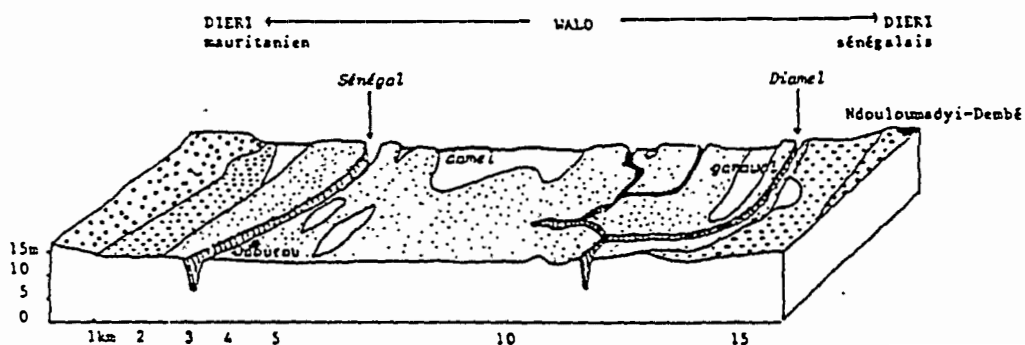
SEDAGRI 1973

figure 7 : Toposéquence dans le département de Matam

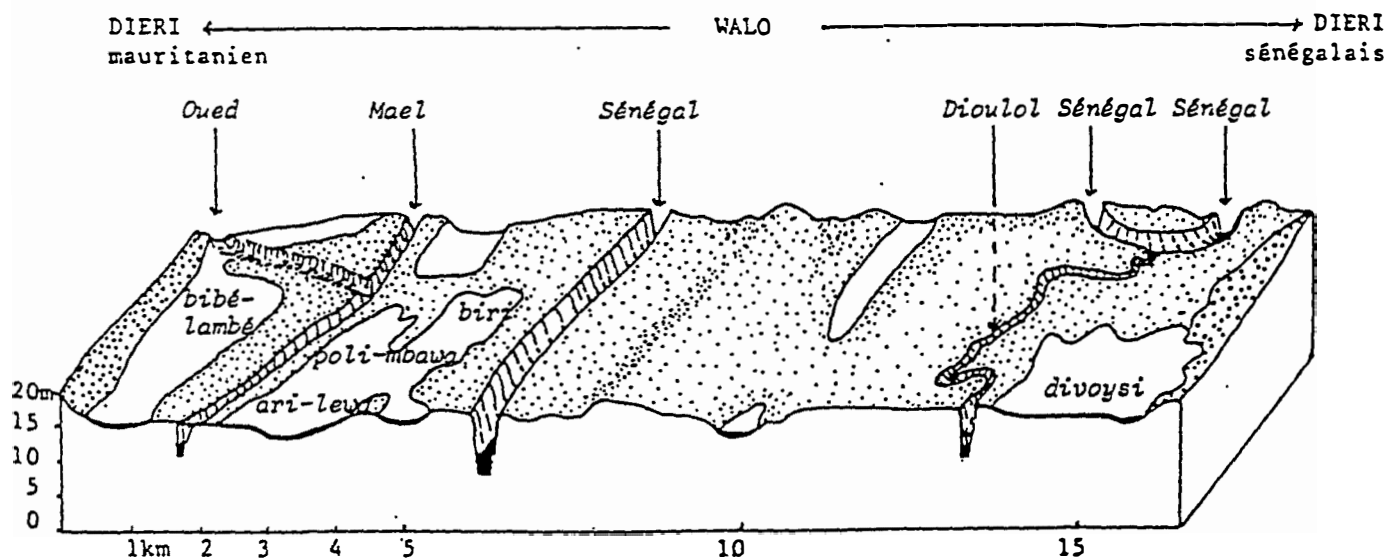
BLOC DIAGRAMME E4 (DOUMGA) (zone de Haéré-Lao)



BLOC DIAGRAMME E2 (ODOUROU) (zone aval de Matam)



BLOC DIAGRAMME F2 (WAOUNDE) (zone amont de Matam)



2.4. Conséquences pour la mise en valeur

- Adéquation entre types de sol et cultures

Les informations obtenues à travers l'enquête "foyré" font ressortir quelques règles générales quant à la répartition des cultures selon le type de sol (tableau 6) :

- le riz est essentiellement cultivé sur des sols argileux, très peu sur les sols plus légers, bien que dans certains cas, les paysans soient amenés à cultiver des sols fondé sous riz.
- les céréales (sorgho et maïs) sont pour partie cultivées sur des sols argileux, mais en majorité sur des fondé.
- les cultures maraîchères sont essentiellement cultivées sur fondé, excepté le gombo qui se trouve fréquemment sur des faux hollaldé.

tableau 6 : répartition des cultures irriguées selon le type de sol

% parcelles	n	hollaldé	faux hollaldé	fondé
riz	167	54	39	7
maïs	29	10	21	69
sorgho	18	28	17	55
niébé	8	-	50	50
oignon	68	4	19	77
aubergine	7	-	43	57
gombo	8	-	75	25
maraîchage	84	-	4	96

source : enquête foyré

- Les saisons culturelles

La combinaison de la pluviométrie, des températures et de la crue permet de distinguer trois saisons aux potentialités différentes pour les cultures irriguées :

- l'hivernage, ou saison des pluies, calé sur les mois de juin à octobre, se caractérise par sa pluviométrie variable, des températures moyennes et minimales élevées mais régulières d'une année et d'un mois à l'autre, une côte élevée du fleuve à partir de juillet. Cette saison est *a priori* favorable à la riziculture, forte consommatrice en eau, puisque les pluies apportent une quantité d'eau non négligeable et que la hauteur de crue diminue les coûts de pompage. Les cultures maraîchères sont, par contre, contraintes par la pression parasitaire plus intense.

- la saison sèche froide, de novembre à février, se caractérise par une absence de pluie mais des températures fraîches et une hauteur de crue encore élevée. De par sa plus faible pression parasitaire, cette saison est favorable aux cultures maraîchères, excepté le gombo qui supporte mal le froid, et au maïs, mal adapté aux températures élevées de la saison sèche chaude qui provoque des avortements.

- la saison sèche chaude, de mars à mai, présente des températures et une évapotranspiration très élevées, et une faible côte du fleuve, entraînant une augmentation des coûts d'irrigation. Cette saison est donc *a priori* la moins favorable aux cultures irriguées.

figure 8 : Calendriers d'occupation du sol par spéculation

Culture	DURÉE DU CYCLE											
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
	SAISON SECHE FROIDE				SAISON SECHE CHAUDE				SAISON DES PLUIES			
Riz												
Maïs												
Sorgho												
Blé												
Arachide												
Niébé												
Tomate												
Oignon												
Patate douce												
Pomme de terre												
Chou												
Carotte												
Haricot vert												
Piment												
Cucurbitacées												
Melon												
Pastèque												
Coton												

(source : Gay et Dancette, 1993)

De ces caractéristiques et des longueurs de cycle des différentes cultures rencontrées dans la moyenne vallée se dérivent les calendriers culturels spécifiques à chacune (figure 8).

- Températures et cycle du riz

Le cas du riz a été plus particulièrement étudié, du fait de sa forte sensibilité aux températures, concernant tant sa longueur de cycle que les risques de stérilité aux températures froides à la méiose et chaudes à la floraison, et leurs conséquences sur les possibilités de réaliser, dans un site donné et avec certaines variétés, la double riziculture. Les travaux menés par l'Adrao depuis la fin des années quatre-vingt ont abouti à l'élaboration du logiciel RIDEV, qui permet de simuler, pour une année climatique donnée (températures journalières minima et maxima) et une date de semis spécifique, les longueurs de cycle et les taux de stérilité d'un ensemble de variétés paramétrées (Dingkuhn et al., 1993 ; Dingkuhn et al., 1995).

Les résultats fournis par Ridev pour la station de Matam et la variété Sahel 108 diffèrent quelque peu selon les séries climatiques utilisées en saison sèche. Sur une base 1967-1982, l'Adrao propose que la double culture se fasse selon la succession suivante :

- saison sèche : semis entre le 15 décembre et le 15 janvier, récolte en mai
- hivernage : semis entre le 15 juin et le 15 juillet, récolte entre le 15 octobre et le 15 novembre

Des semis plus tardifs de février-mars présentent un risque de stérilité plus élevé (sensibilité aux températures chaudes), alors qu'au delà il n'est plus possible de faire succéder un cycle d'hivernage sur la même parcelle (figure 9). Cependant le risque pris pour une date de semis donnée ne peut uniquement se calculer sur une base moyenne, mais sur le nombre d'années pour lequel le niveau admissible par les agriculteurs est dépassé (figure 10). Par exemple, la date du 15 décembre présente des risques de stérilité supérieurs à 20 % une année sur cinq.

Quoi qu'il en soit, l'utilisation de RIDEV est purement agrophysiologique et ne fait en aucun cas intervenir (i) les contraintes d'organisation du travail auxquelles ont à faire face les agriculteurs dans leur conduite de la double culture (Le Gal, 1995a) et (ii) l'intérêt économique d'une riziculture de saison sèche par rapport à d'autres spéculations. C'est pourquoi nous reviendrons de façon plus globale sur ce problème en dernière partie.

figure 9 : Evolution de la longueur de cycle et du taux de stérilité de la variété Sahel 108 selon la date de semis (simulation Ridev - station de Matam - 1967-1982)

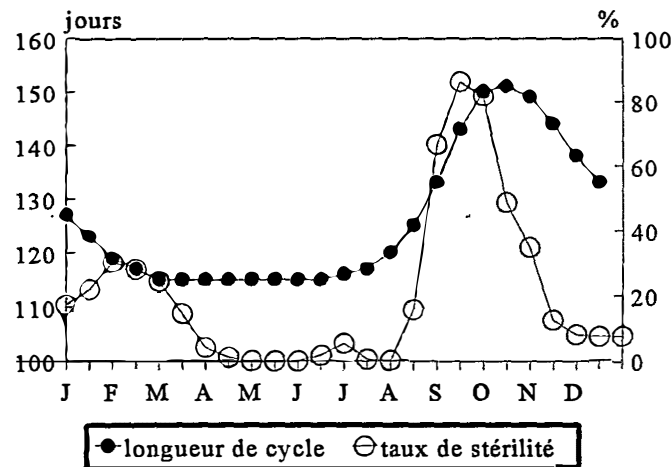
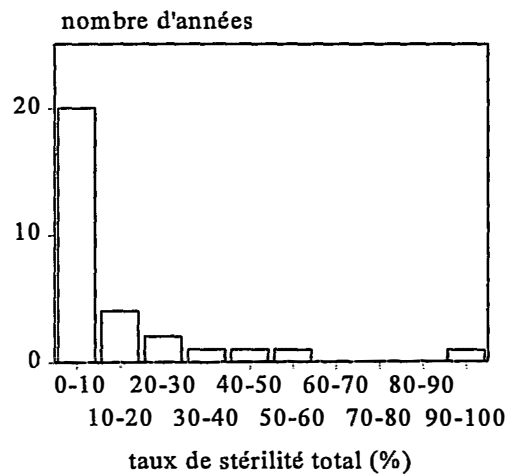


figure 10 : Distribution des taux de stérilité simulés selon l'année (variété Sahel 108 - station de Matam - 1950-1980)



- Besoins en eau des cultures

Les variations climatiques, hydrologiques, de date de semis et de durée de cycle ont une importance variable sur les besoins en eau des cultures et l'énergie nécessaire au pompage.

. Riz de saison des pluies

Le tableau 7 illustre les variations moyennes des besoins en eau d'irrigation (estimés en prenant en compte une efficacité de 0,8) en fonction d'un éventail de dates de semis possibles au cours de la saison des pluies et une durée de cycle de 120 jours.

Il montre en particulier que l'influence des variations interannuelles de la pluviométrie (9%) est beaucoup moins importante que l'effet de la date de semis (25%).

Cette variation des besoins en eau traduite en besoins de carburant par ha qui permettent d'intégrer l'évolution de la HMT en fonction de la cote du fleuve Cette analyse tend à montrer (cf. tableau 8) que l'effet des aléas pluviométriques est du même ordre de grandeur que celui de la date de semis (15%).

tableau 7 : Evaluation des besoins en eau du riz de saison des pluies en fonction de la date de semis (1990-1997).

	Besoins en irrigation en m3/ha par campagne		
Date de semis	Moyenne	Maximum	Minimum
2 ème décade de Juin	10400	12000	9500
3 ème décade de Juin	10460	11700	9800
1 ère décade de Juillet	10840	11800	10000
2 ème décade de Juillet	11350	12500	10400
3 ème décade de Juillet	11730	13300	10800
1 ère décade d 'Août	12310	13800	11200
2 ème décade d'Août	13230	14400	12500

tableau 8 : Evaluation des besoins en carburant pour satisfaire les besoins en eau du riz de saison des pluies (1990-1997).

	Besoins en carburant en l/ha par campagne		
Date de semis	Moyenne	Maximum	Minimum
2 ème décade de Juin	111	132	95
2 ème décade d'Août	128	144	109

. Riz de saison sèche froide

Les besoins moyens en eau pour une date de semis entre la première décade de novembre et la dernière décade de décembre varient peu (5%). Ils sont en moyenne pour cette période de 17 950 m3/ha, soit 1,6 fois les besoins moyens en saison des pluies.

Ces besoins en eau convertis en litres de carburant nécessaires à leur pompage (en tenant compte du niveau du fleuve) montre que **c'est 1,9 fois les besoins moyens en carburant** du riz cultivé pendant l'hivernage qui sont nécessaires (tableau 9).

tableau 9 : Evaluation des besoins en carburant pour satisfaire les besoins en irrigation du riz semé en saison sèche froide (1990-1997)

	Besoins en carburant en l/ha par campagne		
Date de semis	Moyenne	Maximum	Minimum
1 ère décade de Novembre	218	232	178
3 ème décade de Décembre	238	248	221

- riz de saison sèche chaude

Les besoins moyens en eau pour une date de semis entre la première décade de février et la deuxième décade de mars varient peu (5%). Il sont en moyenne pour cette période de 16 000 m³/ha, soit 1,5 fois les besoins moyens en saison des pluies.

Ces besoins en eau convertis en litres de carburant nécessaires à leur pompage (en tenant compte du niveau du fleuve) montrent que **c'est 1,7 fois les besoins moyens en carburant** du riz cultivé pendant l'hivernage qui sont nécessaires (tableau 10).

tableau 10 : Evaluation des besoins en carburant pour satisfaire les besoins en irrigation du riz semé en saison sèche chaude (1990-1997)

	Besoins en carburant en l/ha par campagne		
Date de semis	Moyenne	Maximum	Minimum
1 ère décade de Février	211	217	201
2 ème décade de Mars	201	205	194

3. Les aménagements hydro-agricoles

3.1. *Historique du développement de l'agriculture irriguée*

L'histoire du développement de l'agriculture irriguée est largement explicative des caractéristiques structurelles des aménagements existants et de la problématique actuelle de leur exploitation et maintenance.

3.1.1. *Le démarrage de l'irrigation dans le département de Matam (1970-1985)*

L'agriculture irriguée a été introduite dans le département de Matam en 1974 dans le cadre d'un projet FAO avec le premier aménagement de périmètre sur sol léger aux environs de Matam (Diemer et Van der Laan, 1987). L'extension des superficies aménagées a été le fait de plusieurs projets financés par des différents bailleurs de fonds et en particulier par l'AFD (ancienne CCCE) dont l'intervention a débuté dans ce département dès 1974.

Ces aménagements d'un nouveau type - les périmètres irrigués villageois (PIV) - vont se répandre rapidement sur l'ensemble du département. Ils ont été réalisés dans l'urgence pour faire face à la sécheresse. Ils ont été implantés sur les terres de fondé du bourrelet de berge pour des raisons à la fois de proximité de la ressource en eau, de facilité de réalisation et de minimisation des coûts. Ils ont été réalisés de manière sommaire avec une forte implication des paysans dans la réalisation : défrichement et aménagement terminal (construction des diguettes et planage manuel).

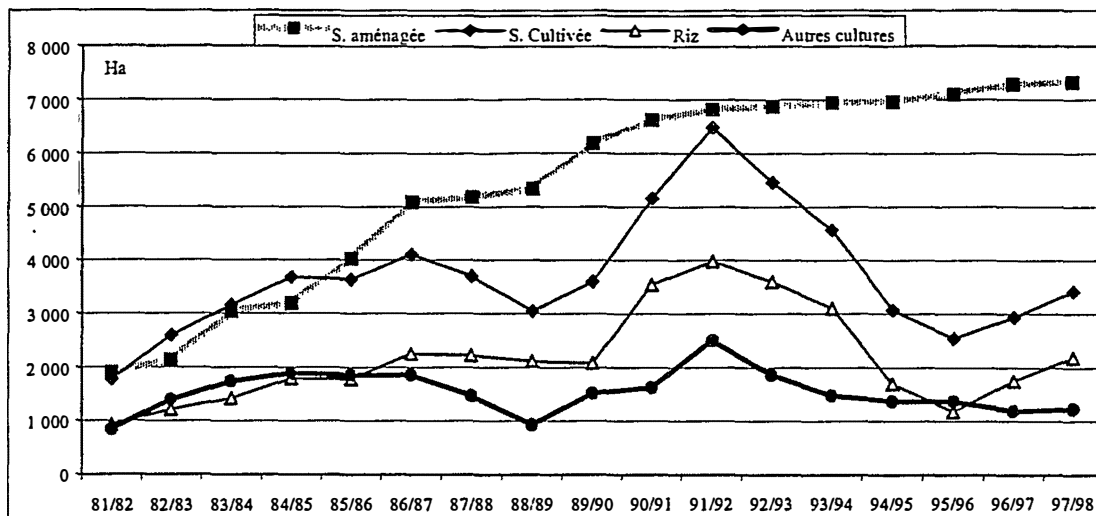
Leur taille varie en moyenne de 20 à 40 ha pour 60 à 120 attributaires. L'alimentation en eau est assurée par un groupe motopompe sur bac flottant qui refoule l'eau vers un bassin de dissipation maçonné. Il n'y a en général aucun réseau de drainage. Les attributaires des parcelles (des villageois qui participaient à titre égal) prenaient en charge la gestion et l'entretien de l'aménagement et de ses équipements dès la première mise en culture.

En dix années de 1974 à 1985, 176 PIV ont été construits dans le département de Matam représentant une superficie de près de 4 000 ha.

Le développement des aménagements durant cette première période est lié à une conjonction de facteurs favorables à cette nouvelle technique de production. Les années 70 et 80 sont des années marquées par la sécheresse qui a dramatiquement réduit les capacités productives de la région en rendant très aléatoires les cultures pluviales, en réduisant les terres cultivables en décrue, en décimant les troupeaux et en réduisant les ressources halieutiques et forestières. Les paysans de la zone n'avaient comme réponse possible que l'exode vers la ville (Dakar) et vers des pays étrangers (notamment la France et des pays d'Afrique centrale). L'irrigation constitue la réponse de l'Etat. Les producteurs y adhèrent et les demandes pour la réalisation de PIV seront nombreuses. L'irrigation permet par ailleurs un accès à la terre aux castes les plus défavorisées de la société halpular. Enfin, Diemer et Van Der Laan (1987) rappellent qu'au début des années 80, la *"haute hiérarchie politico-administrative du Sénégal"* voyait dans les petits périmètres irrigués le moyen donné aux populations de la zone de *"se familiariser avec les techniques de l'agriculture irriguée qu'ils pourraient ainsi maîtriser lorsque les grands périmètres seraient implantés dans la vallée"*.

La SAED fournissait les intrants à crédit, assurait l'entretien et les réparations des GMP et maintenait un encadrement très rapproché et très directif. Les rendements étaient élevés (4,5 à 5 t/ha) et les taux de mise en valeur étaient bons comme l'illustre la figure 11. Durant la première période d'implantation des périmètres irrigués villageois dans la moyenne vallée, les résultats obtenus étaient jugés très satisfaisants, notamment parce que les rendements et le taux d'intensité culturale étaient élevés. Ainsi, dans le document *Enjeux de l'après-barrage*, Engelhard et al. (1986) écrivent : *"sur les campagnes 79/80, les PIV fournissent 45 % du paddy récolté dans l'ensemble, et sur une surface représentant moins de 20 % de la superficie totale aménagée. Dans les PIV on a constaté de faibles taux d'échecs (inférieurs à 5 %). Les surfaces aménagées sont plus exploitées sur les PIV (intensité culturale de 1,6) que sur les grands périmètres (intensité culturale de 0,6 et 0,7). Les performances sont donc plus importantes sur les PIV en raison notamment de la plus grande responsabilisation des populations concernées. Dans les PIV, le rendement moyen est d'environ 4,5 t/ha."*

figure 11 : Evolution des superficies aménagées et cultivées



3.1.2. Le projet Matam III (1985-1992)

En 1985, le rapport de la CCCE concernant les projets d'aménagements hydroagricoles dans le département de Matam rappelait les "conclusions de l'évaluation *a posteriori*" de l'opération Périmètres Irrigués Villageois durant laquelle avaient été réalisés de nombreux PIV dans ce département. Il est intéressant de rappeler aujourd'hui ces conclusions car elles demeurent d'actualité.

"L'opération Périmètres Irrigués Villageois a rempli son premier objectif : permettre aux familles d'agriculteurs de la Vallée d'assurer au moins partiellement leur approvisionnement en céréales, malgré les mauvaises récoltes des cultures pluviales et des cultures de décrue.

. Toutefois et contrairement à ce qui était également attendu, l'existence des petits périmètres ne s'est pas traduite par une amélioration suffisante des revenus agricoles pour couvrir les charges productives et assurer la pérennité de l'outil de production.

. L'exploitation des parcelles irriguées est monétairement déficitaire. Elle doit être subventionnée par les autres revenus des familles, principalement ceux de l'émigration, et par l'aide de l'état." (CCCE, 1985) .

Un projet de développement des aménagements - qui sera appelé par la suite Matam III – sera construit sur la base de cette évaluation. Il résultait du "choix concerté" "de rétablir un équilibre au niveau régional entre le développement du delta où des aménagements hydroagricoles ont déjà été réalisés et le reste de la Vallée. Ses objectifs étaient de (CCCE, 1985) :

. assurer une augmentation de la production vivrière, ..., en permettant aux populations du lit majeur, éloignées du fleuve et à celles du diéri de bénéficier de parcelles aménagées pour l'irrigation intensive;

. dégager par l'extension des superficies des parcelles des revenus supplémentaires au profit des paysans, afin qu'ils disposent de l'argent nécessaire à la satisfaction de leurs besoins personnels et à l'exploitation et à la pérennité de l'outil de production : maintenance et renouvellement des équipements, entretien des infrastructures ; etc.

tableau 11 : Récapitulatif des interventions réalisées dans le cadre de Matam III

Création de nouveaux périmètres type PIV « amélioré »

Site	Surface en ha	Surface parcellaire en ha	Nombre d'attributaire
Thiemping émigré	18,4	0,4	45
Navel 3	18,4	0,4	45
Oourossogui 2	8,5	0,3	24
Diamel 3	21,47	0,25	84
Diamel 4	16,24	0,45	34
GJ Ndouloumadji	21,3	0,4	50
Bosséa 3	16,4	0,4	41
Diolo Yalalbé	21,35	0,4	51
Sarascouro Diall	12	0,4	29
Dial pêcheur	33,6	0,4	78

Création de nouveaux périmètres casiers de Ndouloumadji, Hamady Ounaré et Okadiéré.

NDOULOUMADJI			HAMADY OUNARE A			HAMADY OUNARE B			ORKADIÈRE		
UAI	A3	17,5 ha	UAI	A1	30,4 ha	UAI	B1	21,6 ha	UAI	A1	26,5 ha
UAI	A4	22,8 ha	UAI	A2	27 ha	UAI	B2	18,1 ha	UAI	A2	27,5 ha
UAI	A5	10,3 ha	UAI	A3	18,4 ha	UAI	B3	21,6 ha	UAI	A3	25,5 ha
UAI	A7	20,3 ha	UAI	A4	28,2 ha	UAI	B4	20 ha	UAI	A4	19 ha
UAI	A9	19,1 ha	UAI	A5	23,8 ha	UAI	B5	16,8 ha	UAI	A5	21,5 ha
UAI	A15	20,5 ha	UAI	A7	28,5 ha	UAI	B6	20,8 ha	PIV	A6	27,5 ha
UAI	A16	14 ha	PIV	A15	17,6 ha	UAI	B7	16,6 ha	PIV	A7	26,5 ha
UAI	A19	9,6 ha	UAI	A16	30,6 ha	UAI	B8	16 ha	PIV	A8	24,5 ha
PIV	A21	30,3 ha	PIV	A17	21,13 ha	UAI	B9	20,8 ha	PIV	A9	22,5 ha
PIV	A22	13,2 ha	UAI	A6	26,6 ha	UAI	B10	20 ha			
UAI	A1	24,4 ha	UAI	A8	23,7 ha	UAI	B11	23,6 ha			
UAI	A2	17,2 ha	UAI	A9	18,4 ha	UAI	B12	26,1 ha			
UAI	A10	20,2 ha	UAI	A10	22,4 ha	UAI	B13	27,2 ha			
UAI	A11	27,4 ha	UAI	A11	32,2 ha						
UAI	A12	31,3 ha	UAI	A12	24 ha						
UAI	A13	26,8 ha	UAI	A13	31,2 ha						
UAI	A18	30,9 ha	UAI	A14	24 ha						
PIV	A23	24,8 ha									

Réaménagement de périmètres.

Site	Surface en ha	Surface parcellaire en ha	Nombre d'attributaires
Wodobéré 3	12	0,25	48
Waoundé 5	24,4	0,4	61
Goumal	17	0,25	68
Barkéwi	17,15	0,35	49
Diamougel 1,2	52,4	0,4	131

Consolidation d'aménagement existants.

Ounaré 4	Nguidjilone 8	Oourossogui 1	Dondou6	Dembé 5
Tety Ounaré	Nguidjilone 9	Dembé 2	Bosséa 1	Dembé 6
Thiemping 3	Gabade 1 2 3	Dembé 4	Mbakna Walo	Somono
Diamel	Sylla Diongto 3 4	Walissoma	Founébé	Aly Wouri 3
Ali Ouri VI	Nabadji Civol2	Sidi Deme	Bokissaboudou 1	Matam IV
Oudourou VII	Yarndé	Mbolovel	Bow 1	Gatawol 2
Sadel 5	Bosséa 2	Sinthiou Boumak1 et 2	Aly Wouri 5	Gatawol 1
Sadel 7	Mbakna Diéri	Ndiafane 1	Nguijiguilone	
Nguidjilone1	Matam 7	Belthindy	Dabia	
Nguidjilone 6	Navel 2	Sylla Worgo	Alphala	
Nguidjilone 7	Diandioly 1 et 2	Dial 2	Dembé 1	

Le tableau 11 récapitule les interventions réalisées dans le cadre de Matam III. Elles ont essentiellement consisté :

. à la création de nouveaux périmètres type « PIV amélioré ou de 3ème génération ». Contrairement aux PIV précédemment créés, ces aménagements sont dotés:

- * d'ouvrages de régulation hydraulique.
 - bassin de dissipation muni d'un orifice de dissipation d'énergie.
 - partiteurs tout ou rien
 - chutes vannées
 - barrages vannés.
- * de canaux réalisés au motograder et compactés à 90% PROCTOR lorsqu'ils sont en remblai (dépressions).
- * de digues de protection calées sur le niveau de la crue de 1974 qui ont été sommairement compactées.
- * de drains ouverts au grader.
- * de parcelles initialement planées à +/- 5cm.
- * de prise (buses) d'alimentation des parcelles.

. à la création de casiers (ligne d'eau basse) alimentés en eau par un double pompage. Un premier pompage dans un défluent du Sénégal (Diamel ou Dioulol) est assuré par une électropompe qui alimente des chenaux dans lesquels chaque UAI (Unité Autonome d'irrigation) pompe grâce à un GMP implanté sur la berge du chenal. Sur ces aménagements les parcelles sont de l'ordre de 0,8 ha.

. au « renforcement » de 40 aménagements (rectification du réseau, réalisation d'une digue de ceinture) qui représentent de l'ordre de 630 ha.

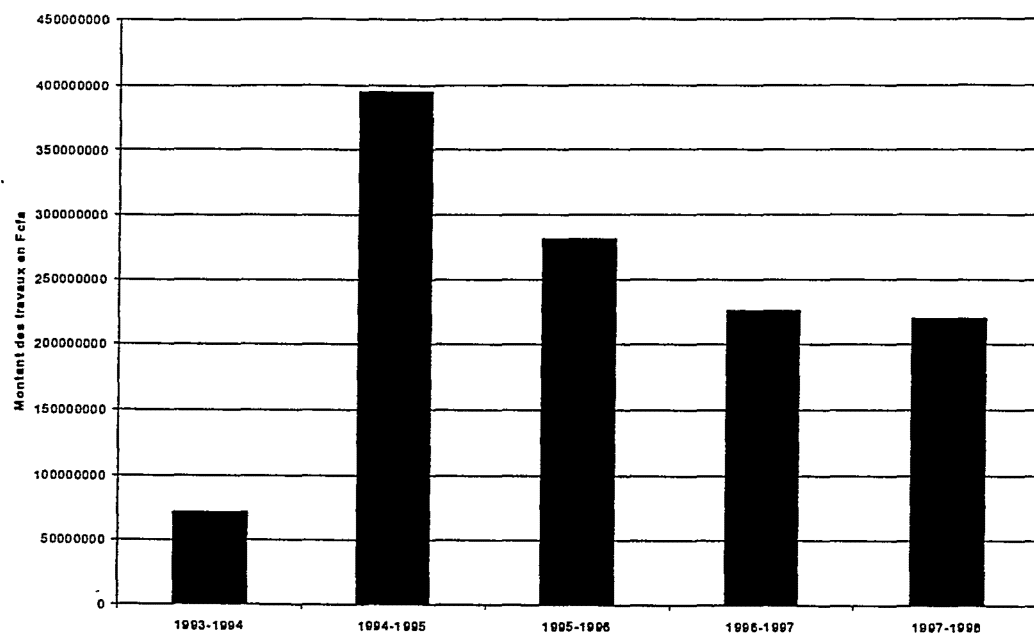
Comme le montre la figure 11 en 1990-1991 les surfaces mises en valeur avaient pratiquement rattrapé les surfaces aménagées.

3.1.3. *Le désengagement de la SAED (1992-1995)*

Avec les projets de Matam II et Matam III, la SAED a pu réparer, entretenir et renouveler une partie des équipements et des infrastructures des organisations paysannes. La fin du projet de Matam III en 1992/93, le retrait de la SAED des dernières activités de prestations de service, l'endettement des paysans et les effets de la dévaluation ont provoqué une grave crise qui s'est traduite par une baisse rapide et très forte des superficies cultivées comme le montre la figure 11.

La figure 12 illustre la décroissance des montants des travaux d'entretien réalisés par la SAED depuis 1994 (source DAGE MATAM).

figure 12 : Evolution des montants des travaux d'entretien des infrastructures hydro-agricoles réalisées par la SAED de 1994 à 1998



3.1.4. Le redressement récent au cours des années 1996-1998

Le redressement des années 96/97 et 97/98 est lié à l'intervention de la SAED sur les casiers en particulier, l'appui à l'entretien des GMP (par la réintégration de 2 mécaniciens) et aux nouveaux projets avec notamment le PRODAM et les PIV REM. Le tableau 12 illustre les sites d'intervention du projet PRODAM sur lesquels les aménagements ont été créés ou réhabilités. On remarquera que 13 des 54 aménagements sur lesquels est intervenu le PRODAM avait déjà fait l'objet d'intervention dans le cas de Matam III.

Les aménagements PRODAM, réalisés sans intervention direct de la SAED, reprennent largement les options techniques du projet MATAM III. Seule l'irrigation par siphon constitue, sur le plan de la conception des aménagements, une innovation spécifique.

Les PIV REM reprennent les options techniques des « aménagements sommaires de première génération » avec une forte participation paysanne.

L'AFD a accordé en 1994, un nouveau financement pour un projet d'extension et de réhabilitation de PIV (1 200 ha) dans une zone de 11 villages le long du fleuve en amont de Matam, de construction d'une piste de désenclavement et de sécurisation de l'alimentation en eau du Dioulol. Ce projet dénommé PIDAM est mis en œuvre par la SAED et devrait entrer dans la phase de réalisation des aménagements en fin 1998.

On remarquera (cf. Typologie en annexe 3) que les différents types d'aménagements, malgré les différences de maîtrise de l'eau qu'ils permettent, ont une faible influence sur le taux de mise en valeur agricole.

tableau 12 : Sites d'intervention du projet PRODAM

Sites	Surface ha	Sites	Surface ha	Sites	Surface ha
Koundel 1	28	Ali Oury 4	33	Fem. Nguidjilone B	5
Koundel	27	Ali Oury 5	40	Diowol 1	30
Koundel	34	Kédélé	47	Diowol 2	34,5
Koundel	30	Fem. Ali Oury	5	Fem.Diowol	2,5
Fem. Koundel	5	Ndiaffane belthindé 1	26	Dial Peul 1	27
Woudourou 1	43	Ndiaffane belthindé 2	34,5	Dial Peul 2	25
Woudourou 2	20	Fem. Ndiaffane belth.	2,5	Fem. Dial Peul	2,5
Woudourou 3	39	Nguidjilone 1	36	Dial pêcheurs 1	31
Woudourou 4.1	37	Nguidjilone 2	30	Dial pêcheurs 2	31
Woudourou 4.2	34	Nguidjilone 3	44	Fem. Dial pêcheurs	2,5
Woudourou 5	39	Nguidjilone 4	35	Sinthiou Boumack 1	32
Woudourou 6.1	43	Nguidjilone 5	36	Sinthiou Boumack 2	35,5
Woudourou 6.2	0	Nguidjilone 6	32	Fem. Sinthiou Boum.	2,5
Woudourou 7	30	Nguidjilone 7	36	NdiaffaneSorocoum 1	39
Fem. Woudourou A	32	Nguidjilone 8	36	NdiaffaneSorocoum 1	38
Fem. Woudourou B	9,5	Nguidjilone 9	36	NdiaffaneSorocoum 1	40
Ali Oury 1	28	Nguidjilone 10	0	Fem. NdiaffaneSoroc.	2,5
Ali Oury 2	38	Nguidjilone 11	36		
Ali Oury 3	37	Fem.Nguidjilone A	5		

3.2. Caractéristiques structurelles des différents aménagements

3.2.1. Les caractéristiques de conception des différents types d'aménagements

3.2.1.1. Les différents niveaux d'équipement des réseaux

Suivant leur niveau d'équipement on peut distinguer 3 grands types d'aménagements :

- . les aménagements de type « *PIV sommaire* » qui ont été réalisés depuis les années 1970 et qui sont toujours actuellement construits en particulier dans le cadre du projet PIVREM.
- . les aménagement de type « *PIV de troisième génération* » qui ont été réalisés principalement dans le cadre de Matam 3 et dans le cadre du projet PRODAM.
- . les « *casiers* » dont la caractéristique est la double alimentation en eau. Une station de pompage électrique pompe dans un défluent du Sénégal alimentant des chenaux qui eux-mêmes assurent l'alimentation en eau des UAI (Unités autonome d'Irrigation) dotées de groupes motopompe implantés sur la berge.

tableau 13 : Comparaison du niveau d'équipement sur les différents types d'aménagement

	Type d'aménagement		
	PIV « sommaire »	PIV « 3ème génération »	Casiers UAI dépendantes
Etudes	Reconnaissance sommaire	Etude topographique et pédologique sommaire	
Source d'eau	Sénégal ou défluent		Chenal alimenté en eau par une station de pompage
Station de pompage	GMP sur bac flottant (HMT moyenne 10m)		GMP sur berge (HMT moyenne 3m)
Bassin de dissipation	Rudimentaire	réalisé dans les règles de l'art avec muret/orifice ou arrivée noyée permettant d'augmenter la dissipation d'énergie	
Tête morte	Rudimentaire sans largeur de cavalier	avec cavalier larges réalisée le plus souvent en remblai compacté	
Siphon	Rudimentaire	réalisé selon les règles de l'art	
Canal primaire	Ouvert au grader sans largeur de cavalier	Cavaliers larges, en remblai compacté dans le cas de dépressions	
Canal secondaire	Non existant dans la plupart des cas	Existants en fonction de la surface	
Arroseurs	Rudimentaires	arroseurs topographiquement calés, ouvrages de sectionnement en tête	
Prises parcelles	aucune	orifice (tuyaux passant à travers la diguette MATAM 3) ou siphons PRODAM	
Planage des parcelles	grossier	initialement à +/- 5 cm	
Partiteur principal	rudimentaire	réalisés dans les règles de l'art	
Partiteurs secondaires et chutes	non existants	réalisés dans les règles de l'art	
Drain	non existant	ouverts au grader	
Digue de ceinture	rudimentaire	semi compactée	

3.2.1.2. L'importance des différents types d'aménagement dans le département de Matam

Les aménagements « sommaires » représentent la majorité des aménagements réalisés dans le département de Matam, de l'ordre de 68% du nombre de périmètres et environ 64% des surfaces irrigables comme le montre le tableau 14.

Les surfaces par aménagement sont variables, 21,8 ha en moyenne, minimum 0,5 ha maximum 50,2 ha mais 2 classes (cf. tableau 15) de surface représentent à elles seules plus de 75% des sites :

- . les aménagements ayant une surface entre 15 ha et 25 ha représentent 45% des sites.
- . les aménagements ayant une surface entre 25 ha et 35 ha représentent 30,5% des sites.

tableau 14 : Importance des différents types d'aménagements dans le département de Matam

Type d'aménagement	Nombre	% nombre total	Surface en ha	% surface	Surface moyenne
Sommaire	225	68	4604	64	20,5
Matam 3 PIV	10	3	190	3	18,9
PIV indépendant appartenant à un casier	10	3	230	3	23
UAI casiers	48	14	1093	15	18,9
PRODAM	37	11	1000,6	14	27

(évaluation réalisée à partir de la base de données SAED)

tableau 15 : Variabilité de la surface des aménagements dans le département de Matam

Surface				% de la surface totale aménagée
de	0 ha	à	5 ha	6,7%
de	5 ha	à	10 ha	4,0%
de	10 ha	à	15 ha	7,9%
de	15 ha	à	20 ha	15,5%
de	20 ha	à	25 ha	29,9%
de	25 ha	à	30 ha	17,4%
de	30 ha	à	35 ha	13,1%
de	35 ha	à	40 ha	4,9%
de	40 ha	à	45 ha	0,3%
de	45 ha	à	50 ha	0,3%

(Évaluation réalisée à partir de la base de données SAED)

3.2.1.3. Coût comparatif des différents types d'aménagement

Le coût de réalisation des aménagements varie du simple au double en fonction du niveau d'équipement. Leur comparaison est difficile du fait de la diversité des conditions de réalisation de ces projets (prise en compte différente de l'assistance technique, réalisation en régie ou à l'entreprise, niveau de la participation paysanne, effet de la dévaluation sur la structure des coûts). On peut néanmoins, en comparant les informations relatives au coût à l'hectare fournies par les projet PRODAM et PIV REM disposer une fourchette de prix d'aménagement à l'hectare.

- . 2 500 000 fcfa à 3 000 000 cfa/ha pour les PIV de troisième génération.
- . 780 000 fcfa à 1 200 000 cfa/ha pour les PIV « sommaires ».

Le coût de réalisation des « casiers » actualisés en les comparant au coût des aménagement avant dévaluation devrait être dans une fourchette variant entre 3 000 000 Fcfa/ha et 3 500 000 Fcfa/ha.

Le tableau 16 qui illustre la structure des coûts de construction des PIV REM) met clairement en évidence l'inexistence d'ouvrages de régulation de l'eau sur les aménagements sommaires. On notera d'ailleurs que les valeurs d'efficience de l'irrigation prises en compte pour le dimensionnement des stations de pompage ne sont que de 0,65 pour les aménagements sommaires (source Matam 3) alors qu'elles sont de 0,75 pour les aménagements de type PRODAM (3ème génération).

tableau 16 : Comparaison de la structure du coût à l'hectare des différents types d'aménagement

Type d'aménagement	Casiers de Ndouloumadji	Matam (réalisation en tout mécanisé)	Matam (participation paysanne)	Aménagement PRODAM	PIV REM (participation paysanne)
Coût/ha en cfa	2 800 000	1 554 105	1 103 170	2 640 000	783 802
Année d'évaluation	1990	1980	1980	1998	1998
Equipement	19%	23%	32%	18%	40%
Génie civil	17%	40%	41%	12%	5%
Terrassement	56%	32%	19%	58%	49%
Etude et suivi	6%	3%	4%	9%	3%
Contrôle	2%	3%	4%	3%	3%

Source : CIEH-CEMAGEF, SAED, PRODAM, PIV REM

3.2.1.4. Représentativité de l'échantillon d'aménagements suivis

L'échantillon d'aménagements suivis en début de campagne 1998 est représentatif de cette diversité:

Ganguel 2

Le périmètre de Ganguel 2, de type " sommaire endigué ", a été créé en 1981. Sa superficie aménagée est de 20,25 ha et comporte 67 parcelles de 0,3 ha. Il est géré par le GIE de Ganguel 2.

Bow 2

Le périmètre de Bow2, de type " sommaire endigué " a été créé en 1978. Sa superficie aménagée initialement de 17,6 ha a été portée à 18,4 ha suite à une extension. Il comporte 46 parcelles de 0,4 ha. Il est géré par le GP de Bow 2.

Thialy 2

Le périmètre de Thialy 2, de type " sommaire " a été créé en 1978. Sa superficie aménagée initialement de 21 ha a été portée à 22,8 ha suite à une extension. Il comporte 57 parcelles de 0,4 ha. Il est géré par la SV de Thialy 2.

Gouriki Coliabé PIV REM

Le périmètre de Gouriki PIVREM, de type " sommaire " n'a été opérationnel qu'en 1995. Sa superficie aménagée est de 15 ha. Il comporte 30 parcelles de 0,5 ha dont seules 15 sont rizicultivables. Il est géré par le GIE de Gouriki PIVREM hommes.

Dembé 4

Le périmètre de Dembé 4, de type “ sommaire ” a été créé en 1982. Sa superficie aménagée initialement de 28,39 ha a été augmentée d’un hectare. Il comporte 34 parcelles de 0,80 ha.

UAI A7 Ndouloumadji.

L’UAI A7 est représentative du type d’aménagement intermédiaire. Au lieu de pomper directement dans le Diamel, son GMP pompe dans un chenal alimenté en eau par une station de pompage électrique pompant dans le Dioulol. L’aménagement a été créé en 1990 dans le cadre du programme MATAM III. Sa superficie aménagée initialement de 20,3 ha. Il comporte 24 parcelles de 0,85 ha.

3.2.2. Les stations de pompage

3.2.2.1. Les normes d’équipement dans le département de Matam

Les aménagements ont été pour la plupart dimensionnés pour être entièrement rizicultivés sur l’ensemble de leur surface en saison des pluies.

Les besoins de pointe ont lieu en début de riziculture au moment de la préparation du sol des rizières (imbibition, saturation, mise en boue). En considérant un repiquage du riz sur 15 jours, entre le 20 Juillet et le 5 Août et en ne tenant pas compte de la pluviométrie le débit fictif continu en période pointe est de l’ordre de 2 l/s/ha pour une efficience de 75-80%. Pour une utilisation de la pompe 12h/jour en période de pointe, les débits d’équipements requis sont de l’ordre de 4 l/s/ha.

Le tableau 17 illustre que cette valeur est effectivement l’ordre de grandeur des débits d’équipements des principaux projets d’intervention réalisés dans le département de Matam à l’exception des PIV REM qui sont en moyenne surdimensionnés.

tableau 17 : Comparaison des débits d’équipement suivant le type d’aménagement

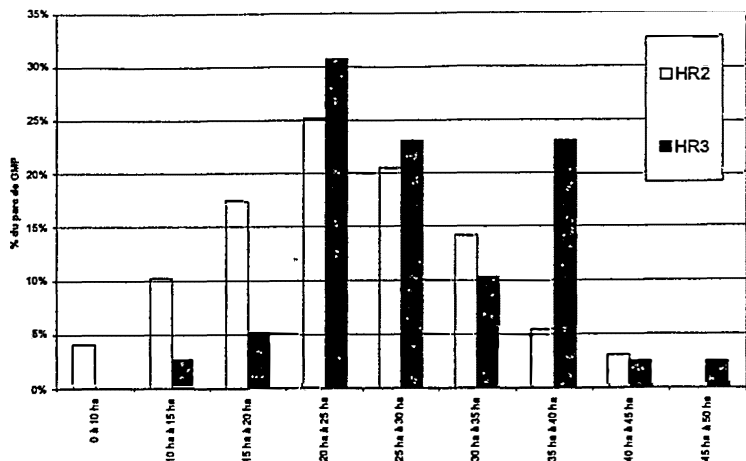
Type d'aménagement	Débit d'équipement l/s/ha	Débit des GMP m3/h	Surface moyenne PIV en ha
MATAM 3	4,2	300	20
	3,7	400	30
PRODAM	4,3	540	35
	5,0	720	40
PIDAM	3,8	300	22
	3,7	400	30
PIV REM	6,9	370	15

Les groupes motopompes (pompes et moteurs) ont été dimensionnés pour fournir le débit d’équipement sous des hauteurs manométriques variant de 10 m à 14 m suivant les sites avec un rendement de la pompe et de son accouplement de l’ordre de 70%.

Pour une HMT moyenne de 12 m et un rendement de l’ordre de 80% de la pompe dans cette plage de débit, les puissances nécessaires au pompage de débits de 300 m3/h et 400 m3/h correspondent aux puissances fournies par des moteurs lister HR2 et HR3 fonctionnant à 83% et 75% de leur puissance détimbrée, ce qui semble acceptable dans les conditions climatiques de Matam.

On remarquera néanmoins que les équipements en place ne respectent pas ces normes de dimensionnement en fonction de la surface à irriguer comme le montre la figure 13.

figure 13 : Comparaison des surfaces aménagées et du type de moteur Lister utilisé (enquête SAED)



En cas de sous dimensionnement la conséquence est une augmentation excessive des tours d’eau et, à l’inverse en cas de surdimensionnement un mauvais rendement énergétique du GMP. Cette non adéquation fréquente de la puissance du GMP à la surface à irriguer est confirmée sur les aménagements enquêtés comme le montre le tableau 18.

tableau 18 : Comparaison des surfaces aménagées et du type de moteur utilisé sur les aménagements suivis

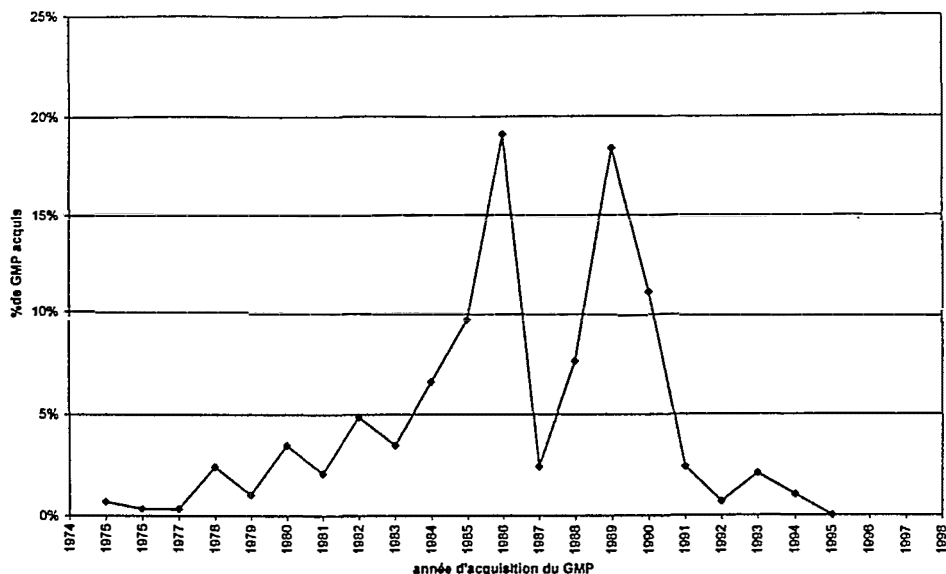
Aménagement	Surface	Type de moteur	Remarque
Ganguel 2	20,25 ha	HR3	surdimensionné
Bow 2	17,6 ha	HR2	adapté
Thialy 2	21 ha	Hatz 2M40H	adapté
Gouriki C. PIVREM	15 ha	Hatz 3M40H	surdimensionné
Dembé 4	28,39 ha	VM 3	adapté
UAI A7 Nd.	20,3 ha	HR2 P.	adapté

3.2.2.2. L’âge du parc d’équipement actuel

L’âge moyen des GMP, évalué d’après les résultats de l’enquête menée par la SAED en 1997-1998 sur 288 aménagements, **est de l’ordre de 11-12 ans (11,6)**. Dans cette enquête n’ont pas été pris en compte les aménagements PRODAM et PIV REM. Ce chiffre illustre l’extrême vieillissement du parc et les problèmes de maintenance des équipements que cela implique. La figure 14 illustre le % des GMP installés sur les périmètres en fonction de l’année d’acquisition de ces GMP. On remarquera qu’environ 64% l’ont été entre 1984 et 1989.

Le taux de renouvellement du matériel depuis la création des aménagements est de **l’ordre de 33%** mais souvent les équipements remplacés l’ont été par du matériel d’occasion.. L’âge moyen des équipements renouvelés est lui-même élevé de l’ordre de 7,2 ans, 60% des équipements ayant été renouvelés entre 5-8 ans.

figure 14 : Variabilité de la date d'acquisition des GMP par les groupements dans le département de Matam (enquête SAED)



Le tableau 19 illustre dans le cas de l'échantillon de périmètres qui a été suivi l'âge des GMP, et les renouvellement qui ont été effectués.

tableau 19 : Age des équipements sur les périmètes suivis

Site	Année d'acquisition	1er renouvellement	2 ème renouvellement
Ganguel 2	1985	1989	
Bow 2	1978		
Thialy 2	1978	1992	
Gouriki C. PIVREM	1995		
Dembé 4	1982	1984	1997
UAI A7 Ndouloumadji	1990		

3.2.2.3. L'état du parc et la diversité des équipements actuels

L'état des équipements évalué au cours de la même enquête tend à montrer que:

- . 41% des GMP peuvent être considérés en bon état et 29% sont dans un état nécessitant quelques réparations (état moyen), alors que 27% nécessitent de grosses réparations pour être fonctionnels.
- . malgré l'âge moyen important des équipements, leur état est en relation directe avec leur âge comme le montre le tableau 20 Cette constatation tendrait à montrer que, bien que le niveau d'entretien des équipements soit généralement considéré comme loin de ce qu'il devrait être, celui pratiqué a ou a eu un impact non négligeable.

Pour ce qui est des moteurs le parc de matériel est assez homogène puisque majoritairement composé de Lister HR 2 (63%), Lister HR 3 (18%), le reste étant constitué de Lombardini (4%), VM2105 (5%), Lister HR 2 Pete (6%) et Hatz HR 2 (1%).

On notera que les aménagements PRODAM sont équipés de moteurs Lombardini et les PIV REM de moteurs Hatz.

tableau 20 : Relation entre état des équipements et âge moyen

Etat des GMP	% de GMP concerné	âge moyen (ans)
Bon	41	10
Moyen	29	12
Mauvais	27	13
Épaves	3	17

Les équipements de pompage sont eux mêmes assez homogènes, dans la mesure où 3 marques de pompe représentent 90 % du parc (Guinard 45%, KSB 32%, Deloule 14%). Le problème qui se pose est essentiellement lié à leur âge qui risque d'entraîner des problèmes d'acquisition des pièces détachées.

La diversification des équipements est un facteur nouveau en grande partie lié à la diversification des intervenants et à l'amélioration des performances des nouveaux équipements. On notera que selon les mécaniciens de la SAED, des moteurs aussi performants que les VM sont, dans les conditions de Matam, moins rustiques que les moteurs Hatz ou Lister. Ils sont en effet très sensibles à un manque d'huile et en cas de panne de la batterie le volant moteur rend difficile leur démarrage manuel.

Il semble donc nécessaire de s'assurer de la robustesse des nouveaux équipements introduits dans le département de Matam.

On notera que, comme le tableau 21 le montre, les périmètres suivis au cours du début de campagne 1998 sont assez représentatifs de la problématique des stations de pompage du département de Matam.

tableau 21 : Caractéristiques des GMP des périmètres suivis

Sites	Type de moteur	Type de pompe	Etat (enquête SAED)
Ganguel 2	Lister HR3	KSB	Mauvais
Bow2	Lister HR2	Guinard	Moyen
Thialy 2	Hatz 2 cyl.	GFD	Bon
Gouriki C. PIVREM	Hatz 3 cyl.	KSB	Bon
Dembé 4	VM 3 cyl.	AGIP	Bon
UAI A7 Ndouloumadji	HR2 Pete 2 cyl.	Guinard	Moyen

3.2.2.4. *Les bacs flottants*

Le bac flottant est l'un des éléments du GMP les plus rustiques. La plupart de ceux rencontrés demandent un minimum de maintenance mais ils sont restés le plus souvent fonctionnels. De l'avis des utilisateurs les bacs type Delta 6 et Delta 8 sont bien adaptés, ils ont d'ailleurs rarement été remplacés depuis l'équipement initial des périmètres. Les principaux problèmes de renversement des bacs sont le plus souvent dus à un défaut d'arrimage, à une montée trop rapide du fleuve ou à un accident de berge (effondrement). Les nouveaux types de bac développés par le projet PRODAM semblent par contre rencontrer un certain nombre de problèmes en particulier d'étanchéité et de stabilité.

3.2.3. *Les réseaux d'irrigation*

3.2.3.1. *Les tuyaux de refoulement*

Les tuyaux de refoulement dont initialement le diamètre était normalisé en fonction du débit du GMP (0,2 m pour 300 m³/h et 0,3 m pour 400 m³/h) sont, dans la réalité bien souvent non appropriés. Il s'en suit d'importantes pertes de charges compte tenu de la longueur de la conduite de refoulement.

C'est leur entretien, et plus particulièrement l'étanchéité des raccords de type Bauer et des rotules qui posent souvent d'énormes problèmes de fuites. Outre la baisse d'efficacité que cela implique, ils sont souvent la cause, du fait de l'érosion que les fuites provoquent, d'« accidents de berge » et d'effondrement de celle-ci au niveau du bassin de dissipation. Mis à part les UAI, ce problème semble général sur l'ensemble des PIV.

3.2.3.2. *Les bassins de dissipation*

Sur les « PIV sommaires » les bassins de dissipation semblent bien souvent insuffisants. Sur la plupart des aménagements de ce type visités on note en effet en aval une forte érosion qui, bien souvent, provoque le basculement du bassin de dissipation.

On notera que sur les aménagements PRODAM le muret dissipateur d'énergie semble moins efficace que l'orifice dont était munis les aménagements MATAM III. Cela se traduit, sur de nouveaux aménagements par l'apparition d'érosion au niveau de la tête morte que l'augmentation de la longueur des perrés maçonnés ne paraît pas parvenir à faire disparaître.

3.2.3.3. *La tête morte*

Sur les « PIV sommaires » la tête morte est le principal point faible du réseau. Très souvent (cf. Annexe 2) le pompage a dû être arrêté du fait de sa rupture. La réalisation des cavaliers dans les règles de l'art (largeur en crête des cavaliers d'au moins 50 cm, compactage à 90% Proctor) et un surdimensionnement de la tête morte compensé par une régulation du niveau de l'eau au niveau du sectionnaire principal semblent être indispensables pour sécuriser l'approvisionnement en eau des aménagements;

On notera, que sur certains aménagements PRODAM, des conflits entre OP ont amené à diviser en 2 la tête morte initialement prévue pour l'alimentation en eau commune de 2 aménagements. Ce type de solution, s'il est intéressant sur le plan économique, ne le semble pas sur le plan de la fiabilité de l'équipement, le cavalier central ayant de fortes chances de se détériorer rapidement (érosion constatée).

3.2.3.4. *Les canaux principaux et secondaires*

Les canaux principaux ont sur les PIV sommaires des problèmes identiques aux têtes mortes du fait de leur conception (rupture des cavaliers triangulaires).. Ils nécessitent une surveillance continue pendant toute la durée des irrigations.

Le mauvais état des canaux principaux sur les casiers, s'il peut être en partie attribuable à la qualité du compactage (granulométrie du sol tout venant utilisé), doit être aussi attribué à la maintenance. On y retrouve des effondrements de cavaliers et de fonds de canaux caractéristiques (petites fentes de retrait non traitées ayant entraîné un soutirage).

Sur les PIV Matam 3 visités, l'état des canaux principaux est dans l'ensemble satisfaisant.

3.2.3.5. Les arroseurs

Les canaux principaux ont sur les PIV sommaires des problèmes identiques aux têtes mortes et canaux primaires du fait de leur conception (rupture des cavaliers triangulaires). Souvent mal calés, ils nécessitent une surveillance continue pendant toute la durée des irrigations.

Sur les périmètres de type PIV Matam 3, ils constituent la partie la plus abîmée du réseau. La ligne d'eau n'étant plus suffisante pour assurer un débit suffisant aux prises parcelles (problèmes d'entretien du réseau et de planage des parcelles), des brèches ou une multiplication des prises sont une pratique courante. On peut se demander si, sans un entretien adéquat du réseau, l'utilisation de siphons pour l'alimentation en eau des parcelles ne risque pas d'aboutir dans quelques années aux mêmes types de pratiques et problèmes.

3.2.4. Le parcellaire

La structure du parcellaire des six aménagements suivis reflète bien la philosophie de développement à la base de leur conception (tableau 22). Leur taille est en effet modeste, de 15 à 23 ha, pour demeurer compatible avec les capacités de gestion de leurs utilisateurs, ainsi que les contraintes foncières et les moyens financiers disponibles lors de leur création (Lavigne-Delville, 1991). Mais le souci de faire bénéficier le plus grand nombre d'agriculteurs a conduit, du coup, à réduire également la taille des attributions, de 0,30 à 0,50 ha par famille, même sur des périmètres récents tels que ceux créés par le HCR. Seuls les périmètres de type "intermédiaire" créés dans le cadre du projet Matam III présentent un ratio plus élevé (0,80 ha par attributaire), mais qui demeure encore bien inférieur aux valeurs rencontrées sur les grands aménagements du delta¹.

tableau 22 : Structuration du parcellaire par périmètre

Périmètre	surface totale (ha)	surface par attributaire (ha)	nombre de sous- parcelles par attributaire*	taille moyenne des sous- parcelles* (m ²)
Thialy 2	23,2	0,40	28 (43)	167 (44)
Bow2	18,8	0,40	23 (28)	189 (27)
Gouriki	15,0	0,50	21 (30)	261 (30)
Ganguel 2	20,1	0,30	9 (32)	394 (39)
UAI 7	20,0	0,80	24 (46)	341 (39)
PIV Dembé 4	22,5	0,50	22 (30)	246 (27)
ensemble	20,0	0,48	19 (53)	280 (49)

* moyenne (coefficient de variation en %)

De plus, la conception rustique de ces périmètres, et notamment la faible prise en compte des contraintes topographiques et des problèmes de planage, ont amené les paysans à sous-compartimenter leurs parcelles pour réduire la déclivité existante sur chaque bassin. Ce phénomène est fréquent en l'absence d'entretien du planage. Il est néanmoins surprenant de constater le morcellement extrême auquel conduit ce processus. En effet, en dehors de Ganguel où le nombre moyen de sous-parcelles par attribution est égal à 9, les autres aménagements,

¹ Nous avons ainsi trouvé des valeurs moyennes de 1,3 ha et 2,6ha sur les aménagements respectivement de Thiagar et Boundoum (Le Gal, 1995a).

y compris intermédiaires, présentent tous des valeurs moyennes comprises entre 21 et 28 sous-parcelles, avec des maxima atteignant jusqu'à 68 sous-parcelles !

La taille de chaque unité culturale est alors très réduite, entre 160 et 400 m² en moyenne par périmètre, ces valeurs étant globalement comprises entre 60 et 900 m². Nous verrons au paragraphe 4.1.2.3 les conséquences d'une telle situation sur la préparation du sol, tant mécanisée que manuelle, et les calendriers de travail. On peut néanmoins s'interroger sur la pertinence d'un tel morcellement pour du riz repiqué, dont les exigences en terme de planage sont nettement moindre qu'en semis direct, et poser, à ce stade, l'intérêt d'études topographiques plus poussées lors de l'implantation des aménagements.

3.3. Les modalités de mise en valeur

Les modalités de mise en valeur sont caractérisées pour chaque aménagement par (i) les spéculations cultivées et (ii) le taux de mise en valeur, rapport entre la surface cultivée une campagne donnée et la surface aménagée. Cette analyse a été réalisée sur tous les aménagements des villages suivis pour la période 1996-1998, à l'exception de Ndendori, non enquêté dans le cadre de ce volet. Sur les six aménagements suivis durant l'hivernage 1998, la base de données de la Saed a permis de reconstituer le taux de mise en valeur jusqu'en 1990 (tableau 22).

tableau 23 : Taux de mise en valeur par périmètre et par an

%	Thialy 2	Bow 2	PIV REM	Ganguel 2	UAI 7	Dembé 4
1990	-	1,00	-	1,00	1,00	0,61
1991	1,00	1,00	-	1,00	1,00	0,61
1992	1,00	1,00	-	0,75	1,00	-
1993	1,00	1,00	-	1,00	1,00	0,54
1994	0,62	-	-	-	0,90	0,54
1995	0,52	0,83	-	0,85	-	-
1996	1,00	0,56	1,00	1,00	-	-
1997	1,00	0,56	0,33	-	0,73	-
1998	1,00	0,56	0,50	1,00	1,00	0,72

L'examen du tableau 22 et de la figure 15 soulignent plusieurs phénomènes :

- une spécialisation des aménagements selon les campagnes de culture

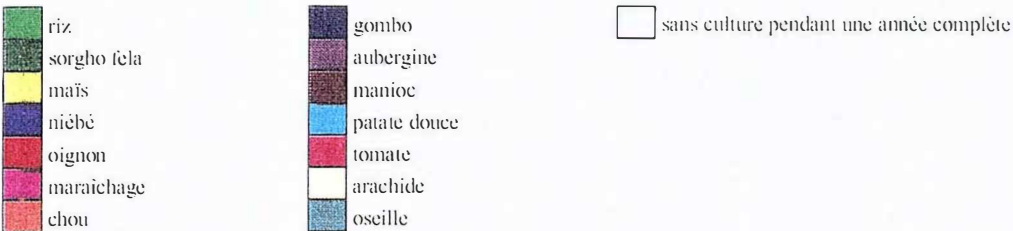
De manière générale, une distinction majeure apparaît entre les périmètres destinés au riz, essentiellement cultivé en hivernage et sur lesquels aucune autre spéculation n'est rencontrée, les périmètres dit de "polyculture" où des céréales telles que le maïs et le sorgho, voire le riz, sont associées à diverses spéculations (patate douce, niébé, cultures maraîchères ou arachide), ce en toutes saisons, et des périmètres strictement maraîchers cultivés essentiellement en saison sèche.

tableau 24 : Répartition des surfaces aménagées selon le type de mise en valeur

type de périmètre	Thialy Soubalo		Thialy Maka		Bow		Gouriki Colliabé		Ganguel		Ndouloumadji	
	n	% sup.	n	% sup.	n	% sup.	n	% sup.	n	% sup.	n	% sup.
rizicole	1	35	1	23	2	39	1	29	2	38	7	48
polycole	-	-	5	68	4	56	1	6	2	32	5	34
maraîcher	2	28	2	9	1	5	1	6	-	-	1	7
non cultivé	1	37	-	-	-	-	3	59	1	30	4	11

figure 15 : Utilisation des aménagements des villages suivis depuis 1996

	aha	type	ssf96	ssc96	hiv96	ssf97	ssc97	hiv97	ssf98	ssc98	hiv98
Ts	Thialy II	PIV									
	Thialy IV	"									
	jardin femme	jardin									
	jardin homme	"									
Tm	Thialy I riz	PIV									
	Thialy I maïs	"									
	Thialy I jardin	"									
	Thialy III	"									
	jardin femme	jardin									
	jardin privé	"									
	jardin Lougère	"									
	jardin privé	"									
Bo	Bow I	PIV									
	Bow II	"									
	Bow III	"									
	Bow maïs	"									
	Bow solidarité	PIP									
	Bow immigrés	"									
	jardin femme	jardin									
Go	Gouriki I	PIV									
	Gouriki II	"									
	PIV REM homme	"									
	PIV REM femme	"									
	Beyta	jardin									
	Bamtaare	"									
Ga	Ganguel I	PIV									
	Ganguel II riz	"									
	Ganguel II maïs	"									
	Ganguel III	"									
	Belel Birome	PIP									
	Jardin femme	jardin									
Nd	UA17	casier									
	UA19	"									
	UA116	"									
	UA119	"									
	Dembé I	PIV									
	Dembé II	"									
	Dembé III	"									
	Dembé IV	"									
	Dembé V	"									
	Dembé VI	"									
	PIV REM I	PIP									
	PIV REM II	"									
	Lamtoro	"									
	Dembé jeune	"									
	Towndé	"									
	Walv Soma	"									
	Mamadji	"									

sans culture pendant une année complète

Cette spécialisation s’explique à la fois par les types de sols et la difficulté dans certains villages d’irriguer en saison sèche chaude, campagne agricole la moins courante sur l’ensemble de la zone. Dans un village donné, les différents types de périmètres sont en général tous représentés, témoignant du souci des agriculteurs de diversifier les productions et d’étaler globalement les besoins en main-d’oeuvre (tableau 24). Néanmoins la proportion des superficies effectivement disponibles selon le type de mise en valeur varie selon les villages. Ainsi Ndouloumadji possède une majorité de périmètres rizicoles, Thialy Soubalo présente la plus forte part de périmètres maraîchers, Thialy Maka comprend essentiellement des périmètres polycoles. L’équilibre global entre les différentes spéculations s’en trouvera fortement influencé.

- une sous-utilisation des aménagements disponibles

Globalement seuls 31 % des aménagements ont été cultivés chaque année depuis 1996. 25 % d’entre-eux n’ont jamais été utilisés, phénomène qui se rencontre dans tous les villages, à l’exception de Thialy Maka et Bow, et sur tous les types de périmètre. Ainsi la moitié des casiers de Ndouloumadji ne sont plus en fonction depuis 1996. Parmi les aménagements restants, 23 % n’ont été cultivés qu’une année sur trois, 21 % deux années sur trois.

Parmi les aménagements effectivement utilisés une campagne donnée, les taux de mise en valeur moyens sont inférieurs à l’unité quelque soit la campagne agricole. La proportion de périmètres entièrement cultivés varie elle-même de 29 à 57 % selon les campagnes (tableau 25). Le tableau 25 montre également que tout périmètre peut, à un moment ou autre de son histoire, être sous-utilisé.

- un taux de double culture difficile à estimer mais qui reste faible

Sur l’ensemble des aménagements recensés, seuls quatre paraissent réaliser une double (voire triple) culture de façon régulière (figure 15) : ce sont ou des jardins (Bamtaare à Gouriki Colliabé) ou des PIP (Belel Birome à Ganguel, Lamtoro et Waly Soma à Ndouloumadji), d’une surface en général inférieure à dix hectares. Mais les données à notre disposition ne permettent pas réellement de statuer sur la réalité de cette double culture à l’échelle parcellaire, les cycles pouvant globalement se chevaucher mais concerner des parcelles différentes.

Cette augmentation de l’intensité culturelle est absente des PIV, à l’exception de quelques succession maïs-riz à Bow et Ndouloumadji (Dembé III).

tableau 25 : Taux de mise en valeur par campagne agricole

	saison sèche froide			saison sèche chaude			hivernage		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998
n	17	14	16	8	7	7	20	20	26
taux moyen	0,62	0,74	0,63	0,78	0,88	0,9	0,81	0,82	0,79
taux = 1 (%)	29	57	50	38	57	57	45	50	38

base : ensemble des périmètres des villages enquêtés

Synthèse

Ces irrégularités dans la mise en valeur et cette faiblesse de l’intensité culturelle tiennent à plusieurs facteurs, qui se combinent sur un même périmètre au fil du temps (tableau 26). Si la spécialisation des aménagements demeure une raison importante de leur non utilisation, particulièrement en saison sèche, les trois raisons majeures de dysfonctionnement sont, par ordre d’importance :

- l'indisponibilité des GMP, qu'ils soient en panne (cas le plus fréquent) ou utilisés sur d'autres périmètres pour remplacer un équipement défectueux ;

- des problèmes de financement de la campagne agricole, par manque de fonds propres ou impossibilité d'accéder aux prêts de la Cncas. 52 % des périmètres enquêtés ne font en effet pas appel aux services de la banque, alors que les deux-tiers des périmètres clients de la banque sont endettés, pour des sommes allant de 250.000 à 3.000.000 Fcfa. Il est à noter que ces problèmes de financement concourent également à retarder les réparations des GMP en panne.

- des problèmes d'organisation des calendriers de travail et de disponibilité de la main-d'oeuvre, qui se font essentiellement sentir en saison sèche, mais qui expliquent également la réticence des paysans à conduire une double culture.

tableau 26 : Origines de la non utilisation des périmètres selon la campagne agricole

(%)	saison sèche froide			saison sèche chaude			hivernage		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998
n	32	36	33	41	39	41	28	28	24
sans objet	25	19	9	20	10	3	21	21	17
spécialisation	25	17	15	32	31	34	18	18	21
GMP indisponible	19	36	39	19	31	24	36	46	42
abandon	3	3	4	2	3	7	4	4	4
sols inadaptés	3	3	6	2	3	3	4	4	4
eau insuffisante	9	8	9	5	5	5	-	-	-
financement insuffisant	9	8	9	10	10	12	18	7	12
divagation des animaux	-	-	-	2	3	2	-	-	-
défaut d'organisation	7	6	9	8	4	10	-	-	-

base : ensemble des périmètres des villages enquêtés

3.4. La gestion hydraulique

3.4.1. La station de pompage

3.4.1.1. Fonctionnement

L'analyse du fonctionnement de chacune des stations des différents sites suivis est donnée en Annexe 2. En l'absence de données précises de suivi des consommations en eau durant la campagne d'hivernage 1998, nous nous sommes limités à une analyse des consommations en carburant au niveau de la moto-pompe.

Le tableau 27 permet de comparer, pour chacun des aménagements, les volumes de carburant de référence (moyennes interannuelles) avec les volumes estimés. Les volumes de référence sont des moyennes interannuelles (période 1990-1997) prenant en compte la pluviométrie, le niveau de la crue et une efficacité de l'irrigation de 0,8.

Ce tableau, dont les résultats doivent être relativisés dans la mesure où les pluies n'ont pas été mesurées localement tend à mettre en évidence la pratique systématique des agriculteurs qui consiste à différer la date de repiquage pour à la fois diminuer les charges de pompage et faciliter le repiquage (le sol étant humecté par les pluies).

tableau 27 : Estimation des consommations en carburant pour la campagne 1998.

	Gangel 2	Bow 2	Thialy 2	PIVREM	Dembé 4	UAI A7
Surface cultivée en ha	17,2	17,6	22,8	7,5	28,4	28,4
Consommation de référence en l/ha	107	127,9	111	107	111	38,25
Consommation estimée en litre de gas oil pour la campagne	2660	2498	1763	720	1890	1510
Consommation de référence pour la campagne en l de gas oil	1840,4	2251,04	2530,8	802,5	3152,4	1086,3
Différence en %	45%	11%	-30%	-10%	-40%	39%
Durée entre semis de la pépinière et repiquage.	30j	30j	40j	40j	40j	30j

Les résultats de ces suivis au cours du démarrage de la campagne 1998 sont récapitulés par le tableau 28 qui explicite pour chacun des aménagements les charges de personnel (pompistes, aiguadiers), les frais de carburants extrapolés pour l'ensemble de la campagne et le montant moyen des charges à l'hectare cultivé.

tableau 28 : Montant des charges de pompage par hectare

	Ganguel 2	Bow2	Thialy 2	Gouriki PIVREM	Dembé 4	UAI A7 Ndouloumadji
Surface en ha	17,2	17,6	22,8	7,5	28,2	19,4
Frais de carburant et lubrifiant cfa	778900	686600	596000	415800	515850	421000
Pompiste cfa	100000	88000	102600	112500	140000	170000
Aiguadiers cfa				30000		
Station pompage cfa					231375	
Total cfa	878900	774600	698600	558300	655850	822375
Coût/ha cfa	51000	44000	30500	74500	23500	42500

Selon cette estimation les frais de pompage pour les PIV sommaires de type SAED seraient de l'ordre de 37250 Fcfa par hectare.

Pour l'UAI A7 les chiffres ne sont pas directement comparables dans la mesure où dans le calcul des charges d'irrigation de la station de pompage est inclus l'entretien.

Les charges importantes au niveau du PIVREM sont essentiellement dues au surdimensionnement du GMP, aux charges de pompiste et aigüadier et à la faiblesse des surfaces mises en culture.

Une faible efficacité du réseau est aussi responsable des forts coûts sur l'UAI A7 et le PIV REM.

3.4.1.2. *Maintenance*

- L'organisation actuelle de la maintenance

Compte tenu de l'âge des équipements les problèmes de maintenance sont déterminants. La SAED, qui, dans le cadre de son désengagement avait supprimé ses équipes d'intervention, a dû remettre en place une équipe de 2 mécaniciens chargés d'apporter leur appui aux organisations paysannes. Le processus d'intervention est actuellement le suivant :

- . le mécanicien SAED fait à la demande de l'organisation paysanne un devis de remise en état du GMP.
- . l'organisation prend la décision d'effectuer en partie ou entièrement les réparations à effectuer et se procure les pièces détachées.
- . le mécanicien SAED ré-intervient pour effectuer la réparation.

Les contrats d'entretien entre organisations paysannes et fournisseurs-concessionnaires locaux restent l'exception.

L'entretien (cf. discussions avec des mécaniciens SAED) se heurte à un certain nombre de contraintes spécifiques à la zone:

- . Compte tenu de l'âge des équipements et du nombre de mécaniciens SAED (2), la qualité du service fourni est insuffisante. Les interventions ne peuvent se faire sur l'ensemble des aménagements en particulier pendant l'hivernage où les difficultés de transport sont importantes (enclavement de certaines zones). Les organisations paysannes doivent avoir recours à des mécaniciens « villageois ». Ces mécaniciens locaux n'ont pas toujours eu une formation suffisante spécifique à l'entretien des GMP pour assurer un service de qualité, ce qui risque d'augmenter, en cas d'erreur, les problèmes d'entretien.
- . Les organisations paysannes qui ont eu des expériences malheureuses refusent assez souvent le démontage des GMP pour réaliser un diagnostic des réparations à effectuer.
- . Compte tenu de l'âge des équipements, les pièces détachées d'origine ne sont plus toujours disponibles et les copies sont souvent bien moins chères, particulièrement lorsqu'elles sont achetées en Mauritanie (en particulier frais de transport). Ces équipements semblent de moindre qualité et ont souvent une durée de vie plus courte que ceux d'origine.
- . Les notices techniques concernant les nouveaux équipements ne sont pas disponibles localement en particulier pour les mécaniciens « villageois ».
- . La qualification des pompistes semble être un facteur déterminant. De l'avis des mécaniciens l'expérience du pompiste et la durée depuis laquelle il assure cette activité est souvent un facteur déterminant de la longévité du matériel (exemple de Bow2). Or il semble que bien souvent les durées de fonction des pompistes sont assez brèves. Dès qu'ils ont acquis un certain savoir faire, les pompistes cherchent des emplois mieux rémunérés.

Pour résoudre ce problème, des solutions d'urgence ont été envisagées, telles que la révision systématique de GMP réalisée en 1998 par une entreprise spécialisée dans le cadre d'un contrat spécifique.

- Evaluation des charges de maintenance par GMP

Il s'avère en fait très difficile d'obtenir une chronique de données relatives à l'évolution du coût d'entretien avec l'âge des équipements dans la mesure où aucun enregistrement systématique des interventions n'a été fait tant par les organisations paysannes (aucun carnet de suivi tenu) que par les agents de la SAED (synthèse des interventions).

Les relevés des frais d'entretien sur les aménagements suivis sont, au cours de 4 dernières années illustrés par le tableau 29. Il montre une énorme diversité de situation explicable essentiellement par l'âge des équipements (diminution de la fiabilité) et dans une certaine mesure par la qualité de l'entretien courant.

En moyenne sur les 4 dernières années les frais d'entretien moyen par campagne pourraient être estimés de l'ordre de 280 000 fcfa.

tableau 29 : Montant des charges d'entretien sur les différents aménagements enquêtés

année	Ganguel 2	Bow 2	Thialy 2	Gouriki PIV REM	Dembé 4	UAI A7 Ndoul.
1995	1 000 000	27 500	27 500			
1996	450 000	27 500	27 500	73 000		
1997		238 000	27 500	27 500	27 500	20 000
1998	758 350	27 500	27 500	27 500	27 500	1 039 000
Nombre de campagnes réalisées	3	4	4	3	2	2
Entretien campagne	736 117	80 125	27 500	42 667	27 500	529 500
Age du GMP	11 ans	20 ans	6 ans	3 ans		8 ans

Les vidanges de début de campagne et le changement des filtres à huile et à gas oil ont été comptabilisés en charge d'entretien créatif dans la mesure où dans la pratique ils ne sont réalisés qu'une fois par campagne.

Ce chiffre moyen de 280 000 cfa/campagne est confirmé par l'évaluation des frais d'entretien donnés par les mécaniciens SAED pour un GMP sur une durée de 10 ans (cf.tableau 30)

tableau 30 : Estimation des charges de maintenance des GMP

	Nombre	3 cylindres		2 cylindres	
		Coût unitaire	Montant	Coût unitaire	Montant
Resegmentation	2	700 000	1 400 000	350 000	700 000
Révision générale	1	1 500 000	1 500 000	1 300 000	1 300 000
Vidange annuelle	10	28 500	285 000	28 500	285 000
Charge sur 10 ans			3 185 000		2 285 000
Charge moyenne annuelle			318 500		228 500
Moyenne		273 500			

Source : mécanicien SAED - Fcfa

Pour une durée de vie de 10 ans du matériel, des prix d’achat neuf d’un GMP 3 cylindres de 6 850 000 cfa et 2 cylindres de 4 959 000 cfa le coefficient de réparation est de l’ordre de 50%. Ce chiffre paraît cohérent avec les normes habituellement utilisées dans la mesure où en 10 ans, du fait des conditions de fonctionnement limitées à 1 culture par an, la durée réelle d’utilisation doit être de l’ordre de grandeur de celle habituellement considérée pour 5 ans d’utilisation.

3.4.1.3. Coût total de pompage

Le tableau 31 illustre le coût total des charges incluant les frais de réparation des GMP.

tableau 31 : Montant des charges par hectare de pompage et entretien des GMP

	Ganguel 2	Bow2	Thialy 2	Gouriki PIVREM	Dembé 4	UAI A7 Ndouloumadji
Coût/ha cfa	94 000	48 500	31 500	80 000	24 500	70 000

On notera que sur deux des aménagements les frais d’entretien du GMP multiplient par deux les frais de pompage.

3.4.1.4. Evaluation de l’amortissement et des charges de maintenance des GMP

L’analyse ci-dessus semble montrer que l’on puisse considérer une durée de vie des GMP bien supérieure à la norme habituelle de 5 ans. L’âge moyen des GMP en bon état est de 10 ans mais dans la plupart des cas ils n’ont fait que 8 campagnes. Il semble donc plus réaliste de retenir le chiffre de 8 ans.

Sur cette base, le tableau 32 illustre les coûts d’amortissement et de maintenance d’un GMP monté sur bac flottant ayant un coefficient de réparation de 5% et une durée de vie de 15 ans.

tableau 32 : Estimation des frais d’amortissement et de maintenance dans les conditions des PIV de Matam

Fcfa	GMP 3 cyl - 30 ha	GMP 2 cyl - 20 ha
Amortissement / an		
GMP 8 ans	1 198 750	866 250
Bac 15 ans	221 700	204 200
Maintenance/an		
GMP (coef 50%)	318 500	228 500
Bac (coef 5%)	6 300	5 800
Total par an	1 745 250	1 304 750
Charge /ha	58 175	65 235

3.4.2. Conduite des irrigations

L’analyse des tours d’eau est donnée en détail par l’annexe 2 en recoupant les suivis à la parcelles et les suivis de pompage.

Le tableau 33 résume ces résultats. On notera que, du fait de la pluviométrie, malgré des tours d’eau souvent supérieurs à 15 jours, le suivi n’a identifié aucun manque d’eau sur les parcelles.

En fait pour minimiser les problèmes de mise en eau des parcelles la stratégie des agriculteurs consiste à retarder le repiquage pour utiliser l’apport de la pluviométrie du mois d’août.

La non disposition de données pluviométriques spécifiques à chacun des sites a rendu difficile une évaluation précise de l'efficacité.

On peut néanmoins conclure des analyses que, en règle générale, la conduite de l'irrigation est assez bonne lors du repiquage et a tendance à se dégrader par la suite (efficacités en général inférieures à 0,7).

tableau 33 : Durée des tours d'eau en jours

Tour d'eau	Ganguel 2	Bow2	Thialy 2	Gouriki PIVREM	Dembé 4	UAI A7 Ndouloumadji
repiquage 1ère irrigation	22	20	21	17	15	11
1 ère irrigation 2 ème irrigation	22					-
2 ème irrigation 3 ème irrigation	22					

3.4.3. La maintenance des réseaux

- L'importance de l'entretien des réseaux sur les PIV

Il y a tout lieu de penser que du fait de leur caractéristiques (petits débits dans les canaux, surfaces mouillées faibles), l'influence de la qualité du réseau et donc de celle de la maintenance a un effet plus important que sur les plus grands aménagements. Ce phénomène est d'autant plus important que dans de nombreux cas ces aménagements disposent de peu d'ouvrages de régulation qui permettraient de minimiser cet effet.

Pour minimiser les risques de brèche le débit des GMP doit être diminué. L'analyse des débits pompés (cf. Annexe 2) montre que cette pratique est générale quel que soit le type d'aménagement. Cela peut être considéré comme un indicateur d'un mauvais état des réseaux (tableau 34).

tableau 34 : Puissance utilisée des GMP en % puissance de fonctionnement normal

Sites	% puissance utilisée	Observations
Ganguel 2	> 90 %	limitation de la puissance pendant le repiquage cause débit des canaux
Bow2	> 90 %	
Thialy 2	80 %	Limitation de la puissance due au débit limité des canaux
Gouriki C. PIVREM	60%	Graves problèmes de tête morte.
Dembé 4	80%	Limitation de la puissance due au débit limité des canaux
UAI A7 Ndouloumadji	50%	Brèches au niveau des canaux

- Les entretiens

L'analyse des travaux d'entretien réalisés sur les différents aménagements suivis correspond en moyenne à une durée de travail de l'ordre de 3 jours par attributaire et par campagne.

Il y a tout lieu de croire que ces interventions ne permettent pas de réaliser des travaux de maintenance corrective au niveau du réseau puisque sur la plupart des aménagements suivis une intervention de la SAED tous les 7 ans a été nécessaire pour maintenir fonctionnels les réseaux et ce quelque soit le type d'aménagement (tableau 35).

Le coût des travaux de maintenance corrective est actuellement de l'ordre de 60 000 cfa/ha soit annuellement de l'ordre de 8600 cfa/ha.

tableau 35 : Récapitulatif des interventions lourdes réalisées sur les PIV enquêtés

Sites	Création	Intervention 1	Intervention 2	Intervention 3
Ganguel 2	1981	1983	1988	1995
Bow2	1978	1982	1997	
Thialy 2	1978	1991		
Gouriki C. PIVREM	1995	1998		
Dembé 4	1982	1990	1996	
UAI A7 Ndouloumadji	1990	1997		

3.4.4. Récapitulatif des frais d'amortissement et de maintenance des équipements

Le tableau 36 illustre le récapitulatif des frais d'amortissement et de maintenance des équipements calculés pour un taux d'actualisation de 5 %.

La durée de vie des réseaux a été prise pour une durée de 20 ans et celle des tuyaux de refoulement pour une durée de 10 ans.

tableau 36 : Récapitulatif des frais d'amortissement et de maintenance des équipements en Fcfa pour un périmètre de troisième génération

		GMP 3 cyl - 30 ha	GMP 2 cyl - 20 ha
GMP	Amortissement / an		
	· GMP 8 ans	1 198 750	866 250
	· Bac 15 ans	221 700	204 200
	Amortissement / an /ha	47 348	35 682
	Maintenance/an		
	· GMP (coef 50%)	318 500	228 500
	· Bac (coef 5%)	6 300	5 800
	Maintenance /an /ha	10 827	7 810
Réseau			
	Tuyaux refoulement		
	Amortissement (10 ans) /an/ha	6000	7500
	Maintenance (coef 10%)/ha/an/ha	400	500
Canaux et équipements	Amortissement (20 ans)/an/ha	7000	10500
	Maintenance/an/ha	8 600	8 600
Total amortissement par ha et par an		71 175	61 492
Total entretien par ha et par an		19 827	16 910

4. Pratiques culturelles et rendements

Nous présentons dans cette partie les informations quantitatives et qualitatives recueillies sur les pratiques culturelles lors de nos enquêtes. Compte tenu de la diversité de nos sources, nous préciserons, si besoin est, l'origine des données analysées. La présentation sera découpée en deux grandes sections, l'une sur le riz irrigué, l'autre sur les autres spéculations rencontrées sur les périmètres. La première sera la plus détaillée et se subdivisera en trois sous-parties, traitant successivement de l'implantation de la culture, de son entretien puis de sa récolte. Nous commencerons par une présentation de l'itinéraire technique recommandé par les structures de recherche et de développement et par une analyse du calage global des cycles cultureux.

4.1. *Le riz irrigué*

4.1.1. *Les référentiels techniques en présence*

Nous avons résumé au tableau 38 les références diffusées par la Saed (entretien avec M. Touré, DPR de Matam) et l'Adrao (entretien avec M. Woppereis et document de travail) concernant la conduite du riz irrigué dans la moyenne vallée. Ces deux sources convergent globalement.

Parallèlement à ce cadre existant, nous avons interrogé les paysans sur leurs propres représentations, que nous avons assimilées à leurs programmes d'intervention (tableau 37). Ces programmes présentent certaines différences entre eux et avec les références diffusées par la Saed et l'Adrao :

- les dates objectifs de mise en place des pépinières sont comprises entre début juin et la mi-juillet selon les périmètres, mais restent compatibles avec les préconisations du développement et de la recherche ;

- il en va de même pour l'âge des plants au repiquage, avec, à Ndouloumadji, des objectifs plus "serrés" en terme de calendrier (plants de moins de 20 jours) ;

- de grosses différences apparaissent par contre concernant les modalités de fertilisation, à la fois dans les types, les dates et les doses d'apport. Si les différences de dose sont le plus souvent dues au mode de calcul, par sac ramené à une superficie qui varie d'un périmètre à l'autre, les modes de fractionnement et les dates relèvent de représentations différentes, dont l'origine demeure parfois obscure bien que les paysans se réfèrent fréquemment aux conseils donnés par la Saed. Ainsi la fumure de fond est parfois occultée (Thialy et UAI7 à Ndouloumadji) ou l'apport de DAP effectué en couverture (UAI7). Le premier apport d'urée est planifié de façon relativement homogène, à l'exception de Bow et Ganguel qui le réalisent plus tôt. Mais la variabilité la plus manifeste concerne le second apport d'urée, qui dans certains cas serait apporté trop tôt (Bow, Gouriki, Ganguel, UAI7), dans d'autres trop tard (Dembé IV).

L'ensemble de ces références témoignent néanmoins d'une bonne connaissance de la riziculture de la part des paysans interrogés, même si nombre d'entre-eux nous ont déclaré se retourner vers la Saed pour toutes ces décisions. Ce comportement quelque peu conventionnel est en fait largement démenti par les faits observés durant l'hivernage 1998, dont le relevé, mis en regard avec ces cadres de référence, nous donne une bonne idée des aléas et contraintes auxquels les agriculteurs ont à faire face dans la mise en oeuvre de leurs programmes d'intervention.

tableau 37 : référentiels techniques des agriculteurs par périmètre

	Thialy	Bow	Gouriki	Ganguel	UAI 7	Dembé 4
variété	Jaya			Jaya	Jaya Sahel 108	
pépinière <i>date de semis</i> <i>dose de semis</i> <i>fertilisation</i> <i>autres</i>	1er juillet 45 kg/ha DAP	1er juillet	début juin	début juillet 45 kg/ha organique + urée fractionnement en deux dates	15 juin 40 kg/ha	35989
repiquage <i>âge des plants</i> <i>densité</i>	25 jas*	25 jas	21 jas	20 jas écartement de 15 cm	18 à 26 jas	17 jas
désherbage	manuel au repiquage			manuel au premier apport d'urée	manuel	
fertilisation <i>fond</i> <i>1er apport de</i> <i>couverture</i> <i>2ème apport de</i> <i>couverture</i> <i>3ème apport de</i> <i>couverture</i>	optionnel (DAP) urée : 100 kg/ha, 15 jar** urée : 100 kg/ha, 45 jar 	(DAP : 125 kg/ha) urée : 125 kg/ha au repiquage urée : 125 kg/ha, 25 jar	DAP : 100 kg/ha urée : 100 kg/ha, 15 jar urée : 100 kg/ha, 30 jar optionnel	DAP : 150 kg/ha urée : 150 kg/ha, 10 jar urée : 150 kg/ha, 30 jar optionnel	rien urée (60 kg/ha) + DAP (40 kg/ha) 15 jar urée (60 kg/ha) + DAP (25 kg/ha) 30 jar urée (60 kg/ha) à épiaison	DAP : 100 kg/ha urée : 100 kg/ha, 15 jar urée : 50 kg/ha à l'épiaison

*jas : jour(s) après semis

** jar : jour(s) après repiquage

tableau 38 : Référentiels techniques diffusés par la SAED et l'ADRAO

	Saed	Adrao
variété	cycle court (Sahel 108)	cycle court : Sahel 108 cycle moyen : Sahel 202
pépinière <i>date de semis</i> <i>dose de semis</i> <i>fertilisation</i> <i>autres</i>	20 juin au 10 juillet 40 kg/ha urée si carence en azote	de début juin au 10 août 40 kg/ha planage échelonnement des pépinières
repiquage <i>âge des plants</i> <i>densité</i>	21 à 25 jour après semis écartement de 20 cm 2 à 3 pieds par touffe	20 à 25 jours après semis écartement de 20cm maxi 2 à 3pieds par touffe
désherbage	manuel (essais de désherbage chimique)	15 jours après repiquage
fertilisation <i>fond</i> <i>1er apport de couverture</i> <i>2ème apport de couverture</i> <i>3ème apport de couverture</i> (optionnel)	DAP* : 100 kg/ha, enfoui au moment de la préparation du sol urée : 100 kg/ha, 15 jours après repiquage (début tallage) urée : 100 kg/ha, 40 jours après repiquage urée : 50 kg/ha, 15 jours après le deuxième apport	pour un rendement de 5t/ha : DAP : 100 kg/ha enfoui au moment de la préparation du sol urée : 125 kg/ha, 18 jours après repiquage urée : 125 kg/ha, 37 jours après repiquage (initiation paniculaire)

* di-ammonium-phosphate (18-46-0)

4.1.2. La phase d'implantation

4.1.2.1. Aperçu d'ensemble

La phase d'implantation de la culture est fondamentale car elle détermine (i) le calage global des cycles culturaux, avec des conséquences sur le risque de stérilité des grains en cas de semis tardif et sur la possibilité de réaliser une double culture dans de bonnes conditions , et (ii) l'âge des plants au repiquage, paramètre influençant notablement le rendement en riz repiqué, à travers les sauts de tallage induits par un séjour trop long en pépinière.

Le déroulement quotidien, opération par opération, du calendrier cultural est présenté pour chaque aménagement suivi à l'annexe 1. Le constat par périmètre est le suivant :

- à Thialy 2, les pépinières ont été installées entre le 13 et le 20 juillet, soit une quinzaine de jours après la date objectif. Les premiers plants ne sont repiqués que le 28 août, soit 45 jours après les premiers semis !

- à Bow 2, le retard dans les semis est un peu plus prononcé, avec une intervention le 27 juillet. Le repiquage commence également le 28 août, d'où des plants âgés d'au moins trente jours.

- à Gouriki, la pépinière est semée entre le 26 juillet et le 4 août, à une période totalement décalée par rapport à l'objectif affiché par les agriculteurs. Là encore, les repiquages ne commencent qu'une trentaine de jours après ces semis.

- Ganguel 2 est le seul périmètre, avec Dembé IV, à atteindre ses objectifs de date de semis, avec des pépinières semées durant la première quinzaine de juillet. Les premiers repiquages respectent également l'intervalle d'une vingtaine de jours visé.

- l'UAI7 de Ndouloumadji est la plus tardive à démarrer, avec un semis de pépinière autour du 15 août, que l'utilisation de la Sahel 108 rend encore possible sans risque. L'intervalle d'une trentaine de jours entre semis et repiquage amène cette dernière opération à démarrer le 12 septembre, soit une dizaine de jours avant la clôture de notre suivi !

- Dembé IV respecte son objectif de date de semis (autour du 15 juillet), mais ne démarre le repiquage qu'une trentaine de jours ensuite.

De cette mise à plat, il ressort en premier lieu que le démarrage de la campagne est tardif sur quatre des périmètres suivis. Les raisons avancées par les présidents de groupements relèvent de trois grands types :

- *une indisponibilité de l'équipement de pompage au moment voulu* : c'est le cas sur l'UAI 7 de Ndouloumadji, où (i) les problèmes rencontrés par la Senelec ont retardé le démarrage de la station principale électrique, puis (ii) le GMP remis par la Saed après entretien a dû être remplacé.

- *des retards pris dans la réfection de l'aménagement* : cas du PIV REM de Gouriki Colliabé, qui a dû attendre qu'une entreprise vienne reprendre le canal principal, sur lequel des fuites et des défauts de compactage avaient été relevés, pour commencer l'irrigation.

- *des retards pris dans la constitution de fonds propres permettant de financer la campagne* : ce problème concerne Thialy 2 et Bow 2. A Thialy, les paysans devaient encore, à la mi-juin, 1,8 Mfcfa à la Cncas. Ils ont réuni les fonds nécessaires pour rembourser ces dettes et bénéficier d'un nouveau prêt avant le 15 juillet. A Bow, les paysans étaient également endettés mais, ne pouvant rembourser¹, ils se sont trouvés dans l'impossibilité d'accéder aux prêts de campagne de la Cncas. Les responsables du périmètre ont été contraints de demander une cotisation individuelle de 10.000 F pour démarrer la campagne (semis des pépinières) puis 5.000 F supplémentaires pour assurer le repiquage. Cette opération a nécessité du temps, qui a retardé d'autant le démarrage de la campagne.

Ces retards sont donc dus à la fois aux agriculteurs, dont les problèmes de trésorerie individuelle se répercutent sur l'équilibre financier collectif et sur la capacité de l'organisation à contracter un prêt, et aux entreprises de service (Saed et Senelec en l'occurrence) avec lesquels les paysans traitent et qui ne sont pas toujours exemptes de dysfonctionnements. Outre les risques pris en matière de calendrier, ce décalage des cycles ne favorise pas l'utilisation des pluies tombant de juillet à la mi-août, et augmente la concurrence entre les différentes activités culturelles présentes sur les exploitations en cas de pluviométrie suffisante (cultures de diéri et de décrue).

¹ La différence économique majeure entre les deux villages réside dans le fait que Thialy dispose de nombreux émigrés, sollicités pour résoudre ces problèmes financiers, ce qui n'est pas le cas à Bow.

Les informations recueillies en 1996 et 1997 *via* l’enquête “foyré” ne confirment pas totalement cette tendance aux retards dans le semis des pépinières et le calage des cycles culturels, dans la mesure où les paysans déclarent en majorité avoir semé leurs pépinières en juin et juillet (tableau 39). Bien que ces données soient nettement moins précises en terme de date, on constate que plus d’un quart des pépinières ont été semées en août, voire en septembre, mois qui présente de grands risques avec les variétés utilisées dans la zone.

tableau 39 : Distribution mensuelle des semis des pépinières d’hivernage selon les villages

	Thialy Soubalo	Thialy Maka	Bow	Gouriki Colliabé	Ganguel	Ndouloumadji	ensemble
n	21	30	34	7	9	49	150
% juin	56	34	24	100	44	2	27
juillet	19	38	41	-	44	74	47
août	25	22	32	-	1	24	24
septembre	-	6	3	-	-	-	2

base de calcul : parcelles cultivées en riz repiqué en 1996 et 1997 (enquête “foyré”)

4.1.2.2. *Installation des pépinières*

Sur tous les aménagements les pépinières sont regroupées en un seul site, placé en début de réseau d’irrigation afin de limiter les pertes en eau lors des premières irrigations. Leur installation comprend un ensemble d’opérations allant de la préparation du sol à la fertilisation en passant par l’irrigation et le semis.

La préparation du sol est toujours réalisée manuellement, par la main-d’oeuvre familiale, éventuellement après une pré-irrigation (Gouriki). La durée du chantier pour chaque attributaire est brève, de l’ordre de un à deux jours (tableau 40), mais globalement l’opération s’étale de 4 à 11 jours selon les périmètres (annexe 1). En général, les paysans attendent que la majorité des pépinières soient préparées pour déclencher l’irrigation et le semis, celui-ci étant synchronisé pour l’ensemble des agriculteurs.

Le semis est réalisé sur une journée, mais nécessite au préalable 24 à 48 heures de prégermination. Globalement, cette opération est resserrée, à l’exception de Thialy où elle s’étale sur une semaine. Seuls deux aménagements fractionnent les semis, afin de mieux prendre en compte les délais dus à l’irrigation des parcelles. A Ganguel, chaque paysan sépare sa pépinière en deux parties, semées à dix jours d’intervalle. A Gouriki, les paysans sont regroupés en trois lots, semant à 4 jours d’intervalle. Dans tous les cas où la pépinière est semée en totalité sur une courte période, le séjour des plants augmentera avec la durée de la première irrigation sur les parcelles.

Les doses de semence sont variables selon les périmètres, de 23 kg/ha à Ganguel à 46 kg/ha à Thialy, tout en demeurant en deçà des préconisations de la Saed et de l’Adrao. En général une seule variété est rencontrée sur un aménagement et une campagne donnés, l’organisation paysanne pesant sur ce choix à travers notamment des procédures d’achat groupé¹ (tableau 41).

Les trois variétés communément rencontrées sont la Jaya, bien connue des paysans, et la Sahel 108, au cycle plus court, dont les surfaces augmentent en 1998. La Sahel 202, de cycle équivalent à la Jaya, a été introduite sur Dembé 4 en 1998. Une parcelle d’IKP a été recensée les années précédentes. Cette variété, longtemps utilisée dans le delta pour son cycle court, est maintenant de plus en plus délaissée car son grain rond est peu appréciée des populations.

¹En 1998, cinq des six aménagements suivis ont acheté des semences sélectionnées. Les résultats de l’enquête “foyré” montrent que 41 % des parcelles reçoivent des semences auto-approvisionnées, le reste provenant de circuits externes aux exploitations (commerçants, organisations paysannes et divers).

tableau 40 : Les pratiques d'implantation des parcelles par périmètre

	Thialy II	Bow II	PIV REM	Ganguel II	UAI 7	Dem bé IV	ensemble
<i>pépinière</i>							
durée préparation du sol (j)	1,3	1,0	1,7	1,3	2,2	1,2	1,4
durée du semis (j)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
dose de semences (j)	46	28	29	23	42	30	32
<i>préparation du sol parcelle</i>							
durée du chantier (j)	27,7	21,6	15,1	11,7	19,6	9,7	17,5
<i>repiquage</i>							
durée du chantier (j)	1,1	2,2	2,5	5,6	1,0	1,5	2,8
densité (plants/ m ²)	50	42	36	48	21	20	36
cv moyen de la densité (%)	21	22	34	22	28	26	25
âge des plants	57	43	43	31	36	38	40

base de calcul : enquête suivi de parcelle hivernage 1998

tableau 41 : Choix variétal selon les villages

%	Thialy Soubalo	Thialy Maka	Bow	Gouriki Colliabé	Ganguel	Ndouloumadji		ensemble
						UAI7	Dm4	
1998								
Jaya	95	-	-	-	100	-	-	42
Sahel 108	5	-	100	100	-	100	100	44
Sahel 202	-	-	-	-	-	-	-	14
1996-1997								
n	21	35	37	13	11	50		167
Jaya	100	89	27	-	82	36		53
Sahel 108	-	9	73	100	18	64		46
IKP	-	2	-	-	-	-		1

Sur tous les aménagements suivis en 1998, les pépinières ont reçu un ou deux apports d’engrais, selon deux grandes modalités (annexe 1) :

- un apport de DAP (1 à 2 kg) avant le semis, complété par un apport d’urée (1 à 2 kg) 15 à 30 jours plus tard (80 % des parcelles de Bow, tout Gouriki). Une variante est rencontrée à Ganguel, où le premier apport est composé de fumier épandu à raison de 100 à 500 kg par pépinière en fonction des quantités disponibles sur l’exploitation ;
- un seul apport d’urée (3 à 4 kg), une vingtaine de jours après les semis (Thialy, 20 % des parcelles de Bow) ;

Les situations rencontrées sur les deux aménagements de Ndouloumadji relèvent de ces deux grands types, avec, sur certaines parcelles, un apport combiné de DAP et d’urée. Cet éventail de pratiques témoigne, d’une part, de la diversité des référentiels mobilisés par les paysans, mais également de leur capacité de réaction à des dysfonctionnements tels que l’allongement des durées en pépinière qui ont justifié dans bien des cas le deuxième apport d’engrais.

4.1.2.3. Préparation du sol

La préparation du sol des parcelles est réalisée selon quatre grandes modalités :

- un travail entièrement manuel ;
- un passage d’offset au tracteur, suivi d’une reprise manuelle pour la confection des nombreuses diguettes détruites par l’intervention mécanique mais nécessaires à la maîtrise de l’irrigation (paragraphe 3.2.4) et pour briser les plus grosse mottes ;
- un travail en culture attelée, à l’aide de chevaux ou de buffles, également combiné avec une reprise manuelle ;
- une combinaison de ces trois modalités.

La distribution de ces modalités est très marquée par le village (tableau 42). Dans les villages enclavés durant la saison des pluies (tous sauf Ndouloumadji), la préparation manuelle est prépondérante, voire exclusive. A Ganguel et Gouriki, quelques unités de culture attelée travaillent chez leurs propriétaires et chez d’autres paysans intéressés, en location ou prêt gratuit. Les tracteurs ne viennent qu’à Ndouloumadji car les entreprises de travaux

agricoles, peu nombreuses sur la région¹, hésitent à entrer dans la zone enclavée en début d'hivernage, de peur d'être ensuite bloquées par la montée de la crue et les pluies.

Dans tous les cas de figure, la préparation du sol demeure une opération de longue haleine, à la fois à l'échelle de la parcelle et globalement sur l'ensemble d'un périmètre (tableau 40 et annexe 1). Selon les villages, le chantier s'étale en moyenne de 10 à 18 jours par parcelle (maximum : 47 jours) et de 29 à 51 jours par périmètre². Cette opération est en effet gérée au niveau individuel. Le travail est réalisé en général par la main-d'oeuvre familiale, à raison d'un à trois hommes adultes, éventuellement aidés d'un enfant ou d'une personne extérieure à l'exploitation. En 1998, le retard observé sur de nombreux périmètres et l'arrivée précoce des pluies, ont entraîné plusieurs contraintes ayant concouru à cet allongement du chantier :

- la levée des adventices avec les premières pluies a obligé les paysans à revenir sur des parcelles préparées tôt, notamment au tracteur, avant de réaliser le repiquage ;
- la main-d'oeuvre familiale a été utilisée sur d'autres parcelles pendant la période de préparation des rizières.

De par sa durée, ce chantier apparaît donc comme un goulot d'étranglement dans l'implantation de la culture, d'autant que les paysans ne le démarrent au plus tôt qu'avec la préparation des pépinières (cas de Bow, Gouriki et UAI7) voire une fois les pépinières installées (cas de Thialy et Dembé 4). Nous reviendrons en synthèse sur ces problèmes de planification et de synchronisation entre les différentes opérations relevant de cette phase d'implantation.

tableau 42 : Modalités de préparation du sol selon les villages

%	Thialy Soubalo	Thialy Maka	Bow	Gouriki Colliabé	Ganguel	Ndouloumadji		ensemble
						UAI7	Dm4	
<i>1998</i>								
manuel	95	-	100	100	86	55	-	73
offset	-	-	-	-	-	30	100	21
culture attelée	5	-	-	-	14	10	-	5
offset + cult.att.	-	-	-	-	-	5	-	1
<i>1996-1997</i>								
manuel	100	100	100	61	91	68		87
offset	-	-	-	39	-	20		9
culture attelée	-	-	-	-	9	12		4

4.1.2.4. Repiquage

Le repiquage représente une opération clé de la phase d'implantation, où sont déterminées à la fois la durée de séjour des plants en pépinière et leur densité à la parcelle. Le déclenchement du chantier doit être coordonné au

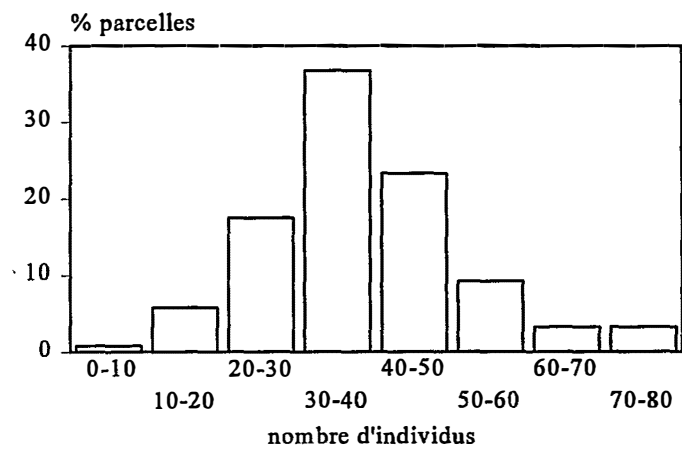
¹ Les paysans de Ndouloumadji nous ont déclaré être en relation avec deux entrepreneurs, l'un basé à Bakel, l'autre à Bokidiawé.

² Sans prendre en compte le fait qu'à Ndouloumadji un premier passage d'offset a été effectué sur certaines parcelles les 25 juin et 5 juillet, avant que la préparation manuelle ne reprenne le 1er août.

niveau de l'ensemble du périmètre, puisqu'il nécessite au préalable le démarrage de la moto-pompe et la mise en eau des parcelles. La première est conditionnée par l'état d'avancement des préparations du sol individuelles. En règle générale, les responsables attendent qu'environ 80 % des parcelles soient prêtes pour déclencher l'irrigation.

La date effective de repiquage dépend ensuite (i) du tour d'eau pratiqué et (ii) de la disponibilité de la main-d'oeuvre. Ces deux points nécessitent également une certaine coordination entre agriculteurs. Le premier est décidé globalement (voir paragraphe 3.4.2) alors que le second dépend largement de la disponibilité de la main-d'oeuvre extérieure à l'exploitation. En effet le chantier de repiquage, entièrement manuel, est en général réalisé sur une seule journée, ce qui nécessite une main-d'oeuvre abondante pour réaliser en parallèle les trois opérations d'arrachage des plants, de transport et de repiquage *sensu stricto*. En moyenne globale, ces équipes comptent une quarantaine de personnes, dont un tiers provient de l'exploitation et les deux tiers restants de la parenté élargie et des relations amicales. Un tiers des parcelles dépasse même cette valeur, allant pour certaines jusqu'à 80 personnes (figure 16).

figure 16 : Quantité de main-d'oeuvre participant au repiquage par parcelle



L'ensemble de ces paramètres explique à la fois la diversité de l'âge des plants au repiquage (tableau 40 et figure 16) et de la densité de plants au m² (figure 18). **En règle générale, les plants sont replantés trop tardivement** sur tous les périmètres, excepté Ganguel 2. Cet aménagement possède en effet l'essentiel des 12 % des parcelles suivies dont les plants sont repiqués avant 30 jours. Si les deux aménagements de Ndouloumadji demeurent dans des limites raisonnables (inférieur à 40 jours), il en va différemment de Thialy, Bow et Gouriki où la majorité des parcelles sont repiqués plus de 40, voire 50, jours après semis !

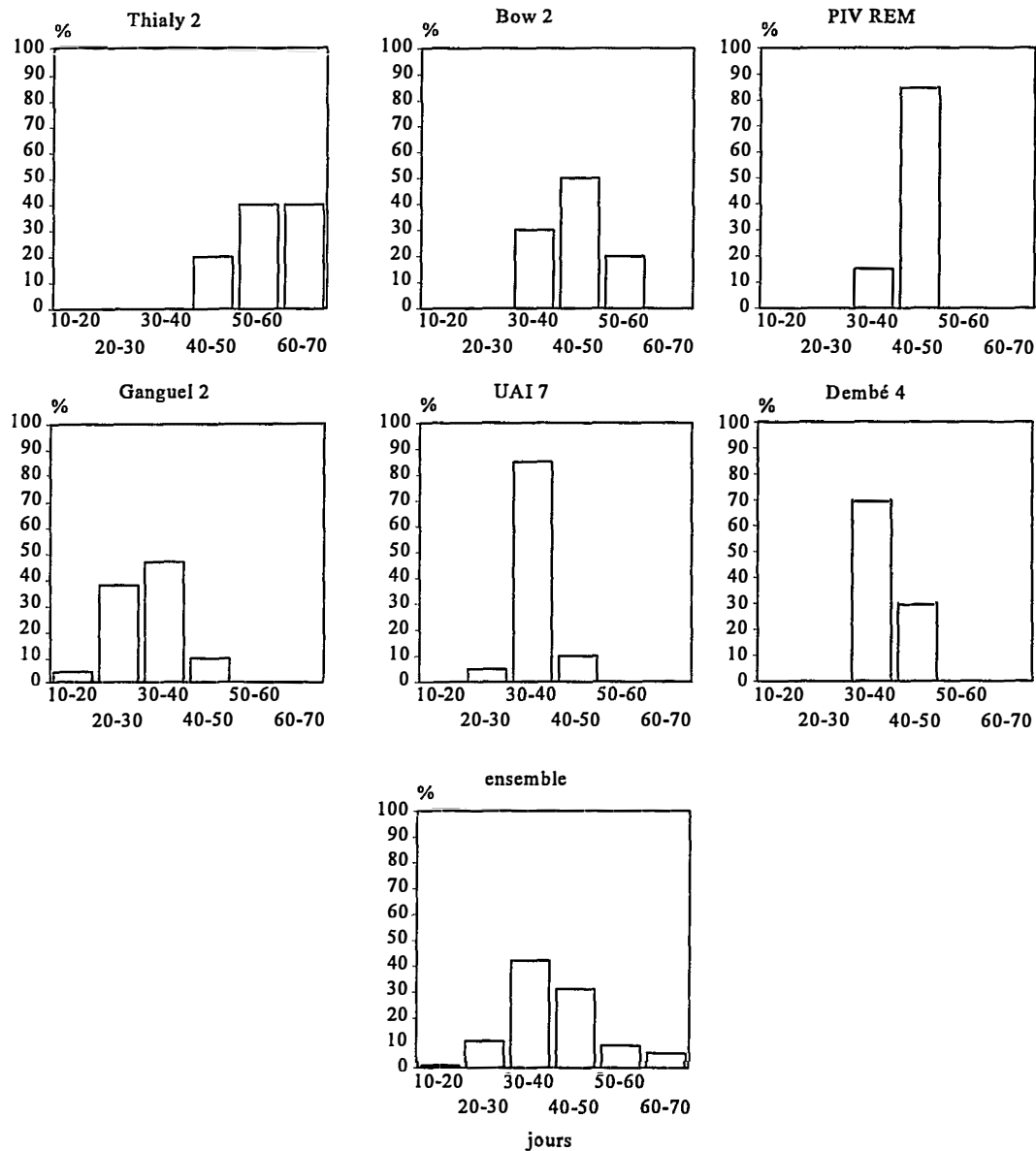
Quant à la densité de plantation, elle est en général bien supérieure aux recommandations du développement (25 plants au m² pour un écartement de 20x20 cm), sauf à Ndouloumadji où elle ne dépasse jamais 30 plants au m². Dans ce cas les densités trop faibles, inférieures à 20 plants au m², sont mal expliquées mais auront des effets probables sur la productivité des parcelles. Le phénomène inverse, à savoir des densités supérieures à 50 plants au m², est essentiellement observé à Thialy et Ganguel, avec des diminutions probables du nombre de talles par pied¹.

Ces valeurs ne sont cependant pas homogènes au sein d'une même parcelle. La moyenne des coefficients de variation, calculés sur la base des trois sondages effectués par parcelle, s'établit en effet entre 21 et 34 % selon

¹ Des essais à l'Office du Niger ont montré qu'une densité de 33 plants au m² avait pour effet de diminuer le nombre de talles fertiles par pied et le nombre de panicules par poquet, mais que globalement la densité avait peu d'effet sur la production de paddy à l'unité de surface (Jamin, 1994).

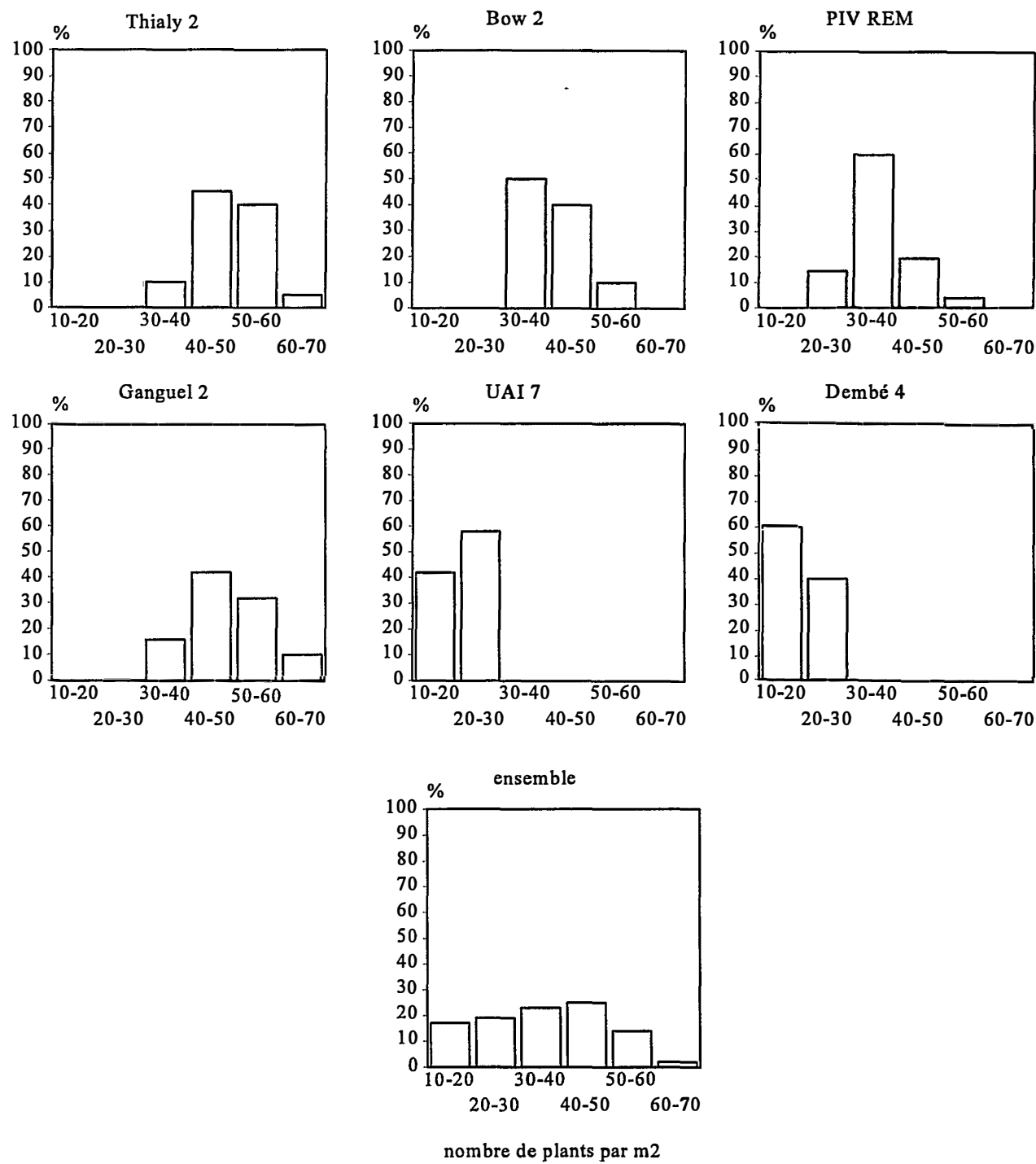
les périmètres². Cette variabilité provient essentiellement du mode de repiquage en foule et de la difficulté pour les paysans de contrôler la main-d’oeuvre abondante et diversifiée qui réalise concrètement l’opération.

figure 17 : Distribution de l’âge des plants au repiquage selon le périmètre



¹ Le maximum enregistré sur les 360 sondages s’établit à 77 plants au m².

figure 18 : Distribution de la densité-plants au repiquage par périmètre



4.1.2.5. Synthèse

Le suivi réalisé en 1998 donne un bon aperçu des difficultés que rencontrent, individuellement et collectivement, les paysans dans l'organisation et la réalisation de la phase d'implantation. Ces difficultés dont l'expression est purement technique à travers le calage des cycles culturaux et l'âge des plants au repiquage, sont en fait elles-mêmes un bon indicateur des problèmes organisationnels liés à la mise en oeuvre de ces systèmes de production collectifs, comme cela a déjà été montré dans le delta du fleuve Sénégal (Le Gal, 1995a ; Le Gal et Papy, 1998).

Globalement, le problème se résume pour les organisations paysannes à deux grandes questions de gestion :

- *comment coordonner dans le temps des opérations relevant d'acteurs différents, internes à l'organisation (paysans individuels) mais également externes (banque, Saed, prestataires), tous susceptibles de comportements incertains ?*

- *comment planifier ces enchaînements et s'ajuster face aux aléas qui ne manqueront pas d'apparaître en cours d'exécution ?*

Dans le cas de Matam, ces difficultés interviennent à deux moments critiques (figure 18). Au démarrage de la campagne, l'organisation paysanne doit réunir les fonds nécessaires auprès des paysans, dont la trésorerie est aléatoire (soutien des émigrés ou autres sources de revenus). En cas d'appels à des services extérieurs (Cncas), elle doit se caler sur les procédures de la banque, qui n'instruit pas les dossiers avant début juin. Elle doit parallèlement s'assurer de la bonne fonctionnalité de l'équipement de pompage, ce qui passe en général par les mécaniciens de la Saed, en nombre notoirement insuffisant et au passage de ce fait incertain. Le problème se complique un peu plus sur certains casiers de Ndouloumadji, où le double pompage suppose également la bonne fonctionnalité de la station principale et une fourniture régulière et à temps d'énergie électrique par la Senelec. Les événements vécus en 1998 montrent que la réalisation de ces différentes exigences n'a rien d'évident.

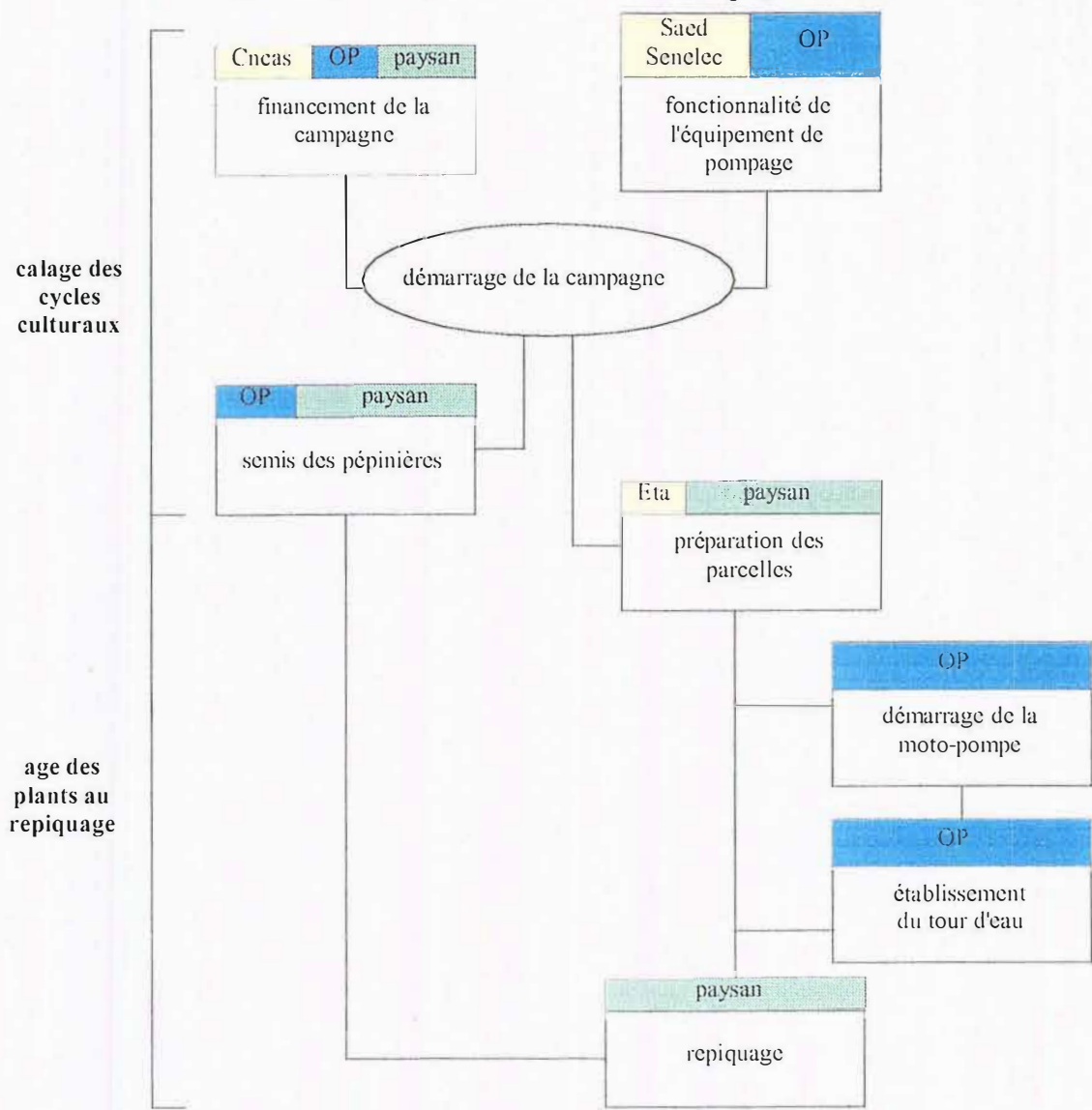
La deuxième période critique va du démarrage de la campagne au repiquage. Durant cette phase, les responsables paysans doivent essentiellement gérer le problème du calage entre semis de pépinière, préparation du sol, lancement de l'irrigation, tour d'eau et repiquage. La difficulté réside dans le fait, d'une part, que le chantier de préparation du sol et le tour d'eau sont beaucoup plus lents que les semis et repiquages, ce qui justifie le fractionnement de la pépinière en plusieurs lots décalés dans le temps, d'autre part que des incertitudes pèsent sur les comportements individuels en matière de déroulement de la préparation du sol¹. Or la règle générale de déclenchement de l'irrigation une fois la majorité des parcelles préparées se justifie pleinement au vu de la configuration et de la qualité des réseaux. Comme le regroupement des pépinières en un seul site, elle représente en effet un moyen de limiter les pertes en eau et d'en diminuer le coût durant cette phase fortement consommatrice.

Ces difficultés sont largement inhérentes à la combinaison des choix techniques et à l'interdépendance forte des individus rencontrés sur ces aménagements. Ainsi, sur le delta du fleuve Sénégal, le choix du semis direct simplifie grandement l'organisation de cette phase, quand bien même les paysans sont aussi dépendants que dans la moyenne vallée, notamment pour la préparation du sol réalisée au tracteur. A l'Office du Niger où le repiquage est maintenant largement diffusé, les paysans jouissent d'une plus grande autonomie dès lors que le réseau hydraulique est réhabilité. Leurs pépinières et l'accès à l'eau sont en effet individualisés², chacun synchronisant ces opérations en fonction de ses disponibilités propres en main-d'oeuvre et matériel. Sur ce plan, la traction animale, largement présente, facilite également la rapidité d'exécution de la préparation du sol. Cette meilleure autonomie individuelle explique également la plus grande diffusion de la double culture sur ce site (Le Gal, 1995b).

¹ Nous ne ferons que mentionner ici les aléas liés à l'irrigation elle-même (panne de GMP, rupture des canaux, rupture d'approvisionnement en gasoil ou électricité), dans la mesure où ils représentent une menace constante de délais, tout au long de la campagne.

² Mais il est bon de rappeler que l'eau, distribuée par gravité pure, est disponible quasiment en permanence.

figure 19 : Schéma d'organisation pour la phase d'installation du riz irrigué



Face à de telles incertitudes et interdépendances, comment s'organisent les paysans pour planifier leur campagne et s'ajuster aux aléas susceptibles de se produire ? Le processus décrit par les présidents de groupement est relativement similaire d'un aménagement à l'autre¹, à savoir que la planification s'effectue par étape et non sur l'ensemble de la phase d'implantation, comme nous l'avons observé au Mali (Coulibaly, 1996). Ainsi, sur l'UAI 7 de Ndouloumadji, des assemblées générales sont tenues à quatre moments importants :

- en début de campagne et sur l'ensemble des casiers, pour décider de la date de mise en route de la station principale ;
- une fois cette décision prise, sur l'UAI, pour choisir le lieu d'implantation de la pépinière² ;

¹ Et à ce que nous avons observé dans le delta concernant la gestion de la double culture, et plus particulièrement les relations entre organisations paysannes et entreprises de travaux agricoles (Le Gal, 1995a).

² Cette décision apparemment simple peut vite se compliquer dès lors que la parcelle envisagée est rétrocédée par son propriétaire à un autre paysan, qui lui-même ne peut finalement pas l'exploiter parce qu'endetté...

- une troisième réunion décide des dates auxquelles chaque paysan sèmera sa pépinière, en fonction des deux dates prévues à cet effet¹ ;
- une dernière assemblée décide de la date de repiquage et du tour d'eau, une fois la majorité des parcelles préparées.

Ce dispositif graduel a l'avantage de réduire l'incertitude à chaque étape, l'information détenue venant éclairer les prises de décisions à venir. Il est fréquemment observé dans ce type de situation à forte incertitude, où les règles collectives sont par ailleurs difficilement suivies, du au manque de contrôle des responsables ou au flou sur leurs prérogatives réelles. Il présente cependant l'inconvénient majeur de dénier les paysans de toute vision d'ensemble, de les amener à subir les événements et à constamment s'y'ajuster. Leurs marges de manoeuvre, et la maîtrise qu'ils ont des processus, s'en trouvent donc à chaque fois diminuées, avec pour conséquence des dérives en terme de calendrier et de qualité des opérations réalisées.

4.1.3. *L'entretien de la culture*

La phase d'entretien de la culture comprend essentiellement le désherbage et la fertilisation, toutes opérations essentiellement sous le contrôle individuel si l'on excepte les modes d'approvisionnement collectifs en engrais. Les retards observés dans la mise en place des cultures ont largement réduit les observations par suivi. L'enquête "foyré" nous donne néanmoins quelques informations complémentaires.

4.1.3.1. *Le désherbage*

Le désherbage est uniquement manuel² et réalisé en général par la main-d'oeuvre familiale. Les rares observations obtenues à Ganguel donnent une durée moyenne de chantier égale à deux jours, ce qui est peu même pour de petites parcelles de 0,30 ha (tableau 43). Il s'agit probablement d'un premier passage, puisque l'enquête "foyré" nous indique qu'en moyenne chaque parcelle bénéficie de 2 à 3 passages.

A ce stade, et en l'absence d'observations directes des parcelles, on peut néanmoins faire l'hypothèse que la combinaison du repiquage, à des densités comme nous l'avons vu élevées, de parcelles inférieures à un demi hectare et de plusieurs passages manuels, sont des facteurs favorables à la propreté de la culture et à l'absence de compétition avec les adventices³. Des observations plus précises seraient néanmoins nécessaires pour mieux caractériser cet aspect, d'autant que Jamin et Caneill (1986) signalent de fortes infestations en adventices sur certaines parcelles cultivées sur sol fondé, où la submersion ne peut être maintenue entre deux irrigations.

4.1.3.2. *La fertilisation*

Les pratiques de fertilisation peuvent être analysées, pour chaque apport (fumure de fond et les trois apports possibles en couverture) sous plusieurs angles : le taux de parcelles concernées, les types d'engrais utilisés, les doses et dates d'apport. Les résultats obtenus sur ces différents indicateurs sont présentés au tableau 43 et à la figure 20 pour l'échantillon de parcelles suivies, le tableau 44 et la figure 21 pour l'enquête foyré.

- La fumure de fond

La fumure de fond est loin d'être communément pratiquée puisque 50 % des parcelles suivies et 65 % des parcelles "foyré" en bénéficient. Des différences nettes apparaissent entre les aménagements en 1998 : le PIV

¹ Mais là encore, les décisions prises ne sont pas nécessairement suivies d'effets, certains ne respectant pas les consignes qui leur sont données.

² La Saed réalise actuellement des expérimentations d'herbicide en milieu paysan.

³ Alors que ce problème est crucial dans le delta, en semis direct et désherbage chimique, d'autant que les paysans tendent à sous-doser les produits et à intervenir tardivement.

REM et Ganguel II se sont procurés du DAP pour la quasi-totalité des paysans, alors que sur les autres périmètres, cette possibilité est laissée à l'appréciation de chacun. La proportion de parcelles touchées ne dépasse alors jamais un tiers, avec une certaine diversité de formule : DAP à Thialy et Dembé 4, fumier sur l'UAI 7, phosphates naturels (donnés gratuitement) à Bow 2.

Cette diversité de comportement paraît largement liée aux aménagements, voire à l'année, et non aux villages, puisque l'enquête foyré, qui regroupe des parcelles provenant de différents aménagements sur un même village, ne donne pas des résultats identiques en 1996 et 1997. Dans ce cas en effet, seulement 36 % des parcelles de Ganguel reçoivent une fumure de fond, alors que ce taux atteint 84 % à Ndouloumadji. L'engrais épandu est essentiellement du DAP.

Les doses épandues sont par contre globalement homogènes dans les deux enquêtes, avec une valeur moyenne de 130 kg/ha, supérieure aux recommandations, variant dans une fourchette de 100 à 190 kg/ha selon les villages et les années. Ce sur-dosage général doit être attribué au mode de conditionnement des engrais, par sac de 50 kg, que les paysans, par simplification, ne cherchent pas à fractionner même lorsque leurs parcelles sont inférieures à 0,5 ha, ce qui est fréquemment le cas.

- La fumure de couverture

Le suivi des parcelles nous apporte peu d'informations sur les différents apports de couverture, puisque l'opération s'est achevée alors même que ces épandages débutaient. Les pratiques observées à Ganguel 2, cas le plus avancé, sont très proches des recommandations, puisque le premier apport est, en moyenne, effectué 21 jours après repiquage avec 130 kg/ha d'urée, et le deuxième apport 39 jours après repiquage avec 115 kg/ha d'urée. Les fourchettes de variation de ces paramètres restent malgré tout suffisamment importantes pour souligner l'extrême diversité des comportements individuels (tableau 45), qui vient s'ajouter à la diversité entre les périmètres (tableau 44).

Couvrant l'ensemble de la fumure de couverture, l'enquête foyré montre que toutes les parcelles reçoivent un premier apport, principalement d'urée bien que 8 % des parcelles reçoivent du DAP. Les doses sont en moyenne toujours supérieures aux recommandations. Le deuxième apport n'est pas systématique mais concerne néanmoins 87 % des parcelles, essentiellement avec de l'urée. Là encore, les doses dépassent largement les recommandations, à l'exception de Ganguel et Ndouloumadji qui en sont très proches. Le troisième apport est par contre beaucoup plus rare, ce qui est cohérent avec les dires des paysans. Seules 5 % des parcelles en ont bénéficié, mais à des doses encore très élevées. Du fait de ces sur-dosages répétés, 44 % des parcelles reçoivent une quantité totale d'engrais supérieure aux 250 kg/ha recommandés.

La fertilisation représente donc un domaine où les paysans peuvent exprimer leurs différences de représentation. En effet, les organisations paysannes peuvent influencer leurs comportements dans la mesure où elles centralisent l'approvisionnement, en général *via* les procédures de prêts auprès de la Cncas. Ceci étant, le grand nombre d'organisations n'accédant pas ou plus à cette forme de financement, fait que chaque individu est amené à acquérir par lui-même les engrais qui lui paraissent nécessaires. Ainsi, cette année à Bow, les cotisations collectives se limitent au gasoil, chacun étant ensuite libre ou non d'acheter ses engrais en fonction de ses ressources financières propres. Cette attitude est cependant risquée dans la mesure où les investissements consentis dans l'irrigation seront mal valorisés en l'absence de fertilisation adéquate.

Les données recueillies laissent néanmoins penser que le problème le plus fréquent serait plutôt celui du sur-dosage, les rendements obtenus ne justifiant pas de telles quantités d'azote. A l'instar des objectifs en matière de dates d'épandage, la diversité de représentations ne conduit pas nécessairement à une rationalisation des pratiques en fonction des rendements recherchés, des contraintes de sol et des ressources financières disponibles, que bon nombre de paysans considèrent pourtant comme limitantes. Mais, à ce niveau également, les logiques collectives peuvent diverger de logiques individuelles sous-tendues par des ressources extérieures à l'activité agricole elle-même.

tableau 43 : Les pratiques d’entretien des parcelles par périmètre

	Thialy II	Bow II	PIV REM	Ganguel II	UAI 7	Dem bé IV	ensemble
<i>irrigation</i>							
intervalle I1 - I2 (j)	-	24	-	22	-	16	19
intervalle I2 - I3 (j)	-	-	-	19	-	17	18
intervalle I3 - I4 (j)	-	-	-	21	-	-	21
<i>désherbage</i>							
durée du chantier (j)	-	-	-	2,2	-	-	2,1
<i>fertilisation</i>							
% parcelles avec fumure de fond	30	25	100	95	33	5	50
dose fumure de fond (kg/ha)	119	150	105	132	188	180	130
dose 1er apport de couverture (kg/ha)	-	-	-	114	-	187	148
dose 2nd apport de couverture (kg/ha)	-	-	-	91	-	-	91
intervalle repiquage - 1er apport	-	-	-	21	-	17	18
intervalle repiquage - 2nd apport	-	-	-	39	-	-	39

base de calcul : enquête suivi de parcelle hivernage 1998

figure 20 : Types d'engrais épandus par type d'apport (enquête suivi)

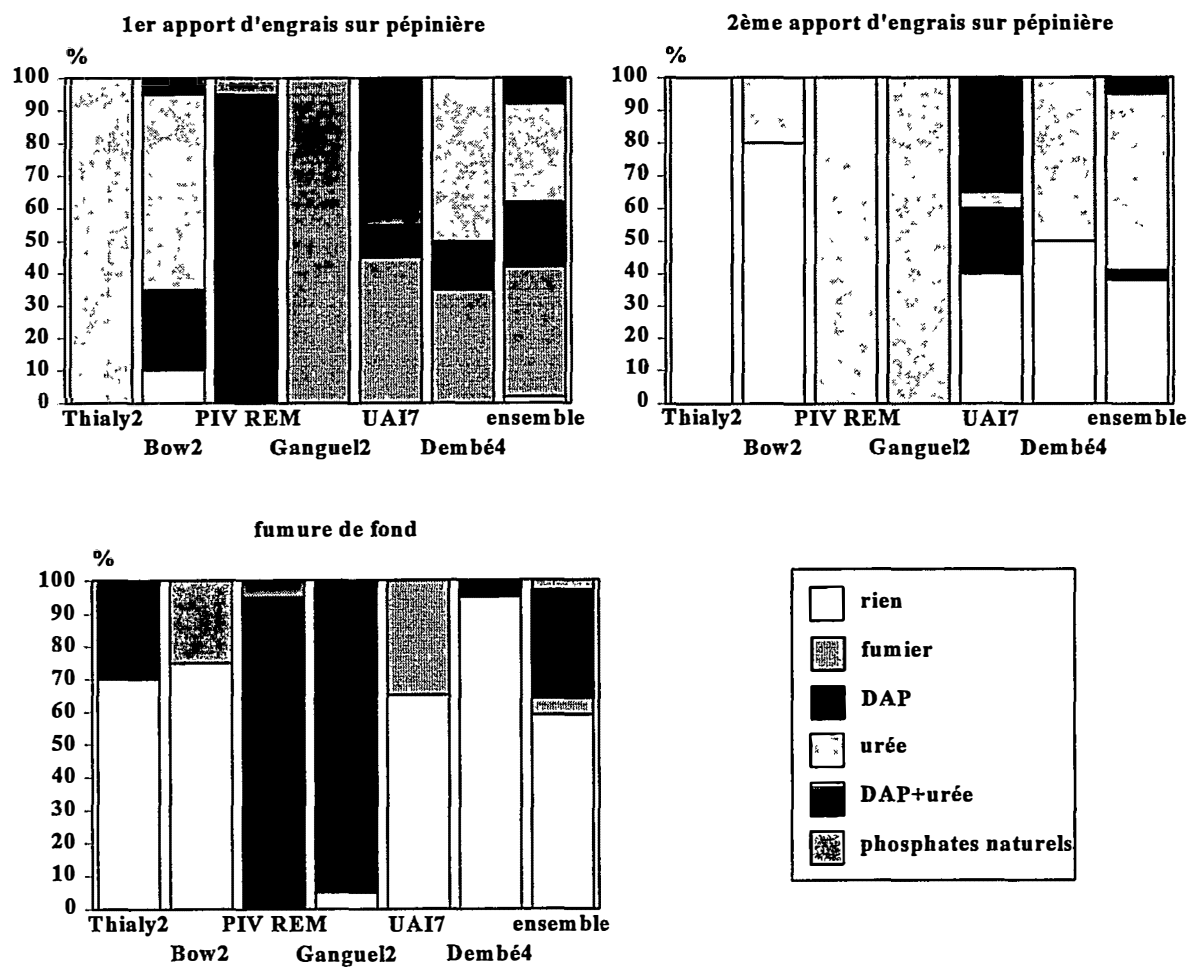


figure 21 : Type d'engrais épandu par type d'apport (enquête foyré)

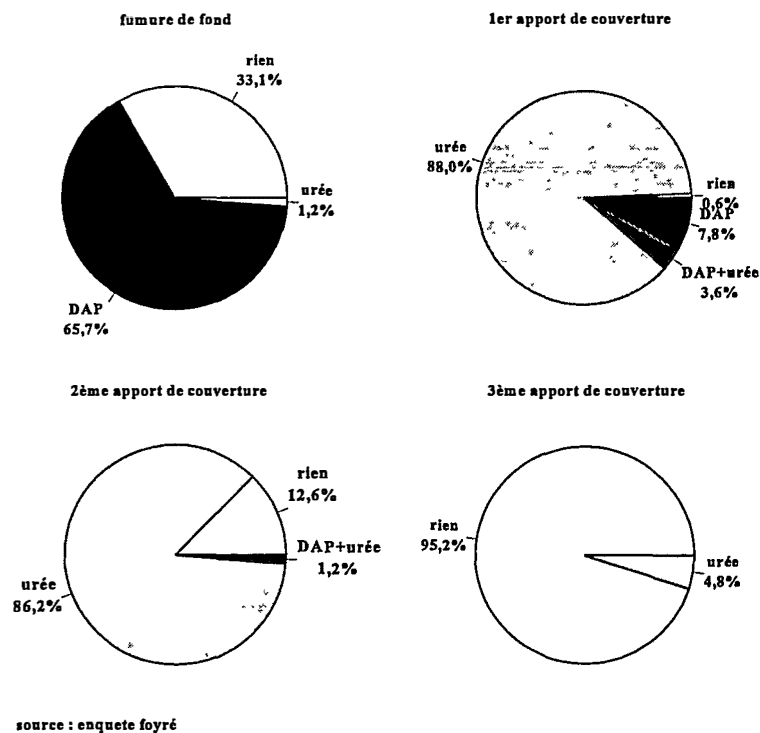


tableau 45 : Caractéristiques de la fertilisation selon les villages

%	Thialy Soubalo	Thialy Maka	Bow	Gouriki Colliabé	Ganguel	Ndouloumadji	ens.
<i>fumure de fond</i>							
% parcelles	19	63	62	100	36	84	65
dose (kg/ha)	197	131	150	150	135	100	128
<i>fumure de couverture</i>							
1er apport							
% parcelles	100	100	100	100	91	98	99
dose (kg/ha)	153	155	144	169	112	102	135
2ème apport							
% parcelles	100	97	62	85	91	94	87
dose (kg/ha)	141	139	133	164	101	105	126
3ème apport							
% parcelles	-	9	3	-	-	8	5
dose (kg/ha)	-	132	63	-	-	102	107
dose totale (kg/ha)							
moyenne	250	290	226	254	213	200	242
mini	197	16	63	100	135	65	16
maxi	536	526	500	400	270	333	526

source : enquête foyré

tableau 44 : Variabilité des pratiques de fumure de couverture à Ganguel 2

	mini	maxi
<i>1er apport</i>		
dose (kg/ha)	56	167
intervalle avec repiquage (jours)	121	31
<i>2nd apport</i>		
dose (kg/ha)	62	150
intervalle avec repiquage (jours)	28	48
<i>dose totale (kg/ha)</i>	125	317

source : enquête suivi

4.1.4. La récolte

L'organisation de l'étude dans le temps ne nous a pas permis de recueillir des informations directes concernant la récolte, qui, pour le riz, recouvre trois opérations : la coupe, le battage et le vannage. Seule l'enquête foyré fournit quelques données déclaratives concernant les modalités de ces opérations (manuelle ou mécanique) et le type de main-d'oeuvre concernée (tableau 46).

Aucune intervention mécanique, sous la forme d'une batteuse ou d'une moissonneuse-batteuse, n'a été observée dans les villages suivis en 1996 et 1997. Le PIV REM prévoit d'utiliser à l'avenir de petites batteuses Votex, dont une a été placée à Gouriki Colliabé. Mais, lors de notre passage en septembre, les paysans n'avaient aucune idée sur la manière dont ils s'organiseraient et le coût afférent à son usage. La coupe se fait donc à la faucille, et le battage avec des bâtons sur des fûts.

Comme pour le repiquage, la main-d'oeuvre mobilisée sur les chantiers de récolte est essentiellement familiale ou liée à l'entraide, beaucoup plus rarement rémunérée. Malgré tout, les attributaires de parcelle peuvent donner selon leur convenance, du paddy aux personnes impliquées. Les hommes assurent la coupe et le battage, les femmes le vannage.

Nous n'avons pas de données précises sur le déroulement de la récolte à l'échelle du périmètre. D'après certaines informations recueillies à Thialy Soubalo, les paysans cherchent à synchroniser l'ensemble des parcelles, afin d'éviter les dégâts d'animaux sur des parcelles encore immatures qui seraient récolter plus tard. Pour ce faire, la date de déclenchement du chantier est décidée collectivement et calée sur les dernières parcelles à maturité. Cette règle, que nous avons également observée dans le delta, entraîne en général un allongement du temps de présence du riz dans les parcelles et une sur-maturité globale, dommageable à sa qualité (Le Gal, 1995). Ces phénomènes devraient néanmoins être moins sensibles à Matam, du fait du resserrement des semis sur un même périmètre. Encore faut-il que tous les paysans soient prêts à récolter au même moment.

tableau 46 : Type de main-d'oeuvre participant à la récolte

% parcelles	coupe	battage	vannage
sans objet	9	13	19
familiale	37	34	52
entraide	49	47	28
rémunérée	5	6	2

source : ensemble des parcelles de l'enquête foyré

4.1.5. Analyse des rendements

Les données de rendement dont nous disposons proviennent (i) des parcelles recensées dans le cadre de l'enquête foyré (campagnes 1996 et 1997) et (ii) d'un relevé exhaustif des productions obtenues par parcelle en 1995, 1996 et 1997 sur les six aménagements suivis. Toutes ces données ont été obtenues par déclaration des paysans et n'ont pu être recoupées avec des observations directes qui auraient supposé clore l'étude en décembre-janvier.

Les rendements moyens tirés de ces différentes sources sont présentés au tableau 47. On notera qu'ils sont globalement proches, puisque l'enquête exhaustive donne une valeur moyenne de 4,2 t/ha, et l'enquête foyré 3,6 t/ha. Ces valeurs sont conformes à la qualité des aménagements et aux remarques faites sur le calage des calendriers culturels et la fertilisation. Elles diffèrent peu des observations réalisées dans le delta (Le Gal, 1993; Bélières et al., 1994).

Des différences importantes apparaissent cependant entre les villages et les périmètres. Thialy Soubalo présente des résultats réguliers et toujours supérieurs aux autres villages. Cette régularité s'étend à la diversité des rendements au sein d'un même périmètre : les coefficients de variation sur Thialy 2 sont toujours inférieurs à 20 %, ce qui est relativement rare en milieu paysan en général, sur les périmètres suivis en particulier (figure 22).

figure 22 : Coefficients de variation des rendements en paddy par périmètre et par campagne

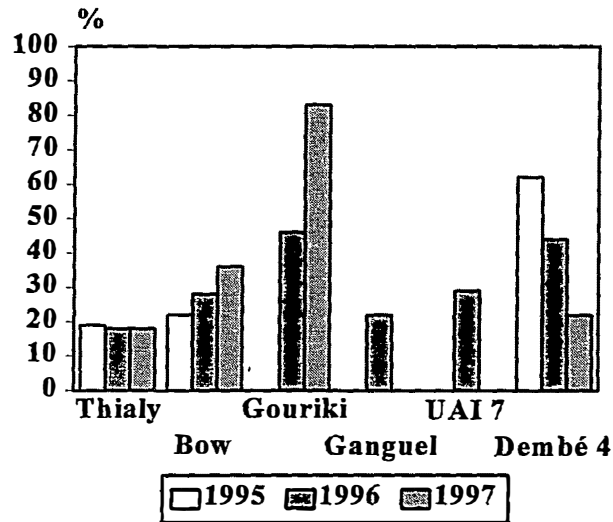


figure 23 : Variabilité des rendements sur une campagne et par périmètre

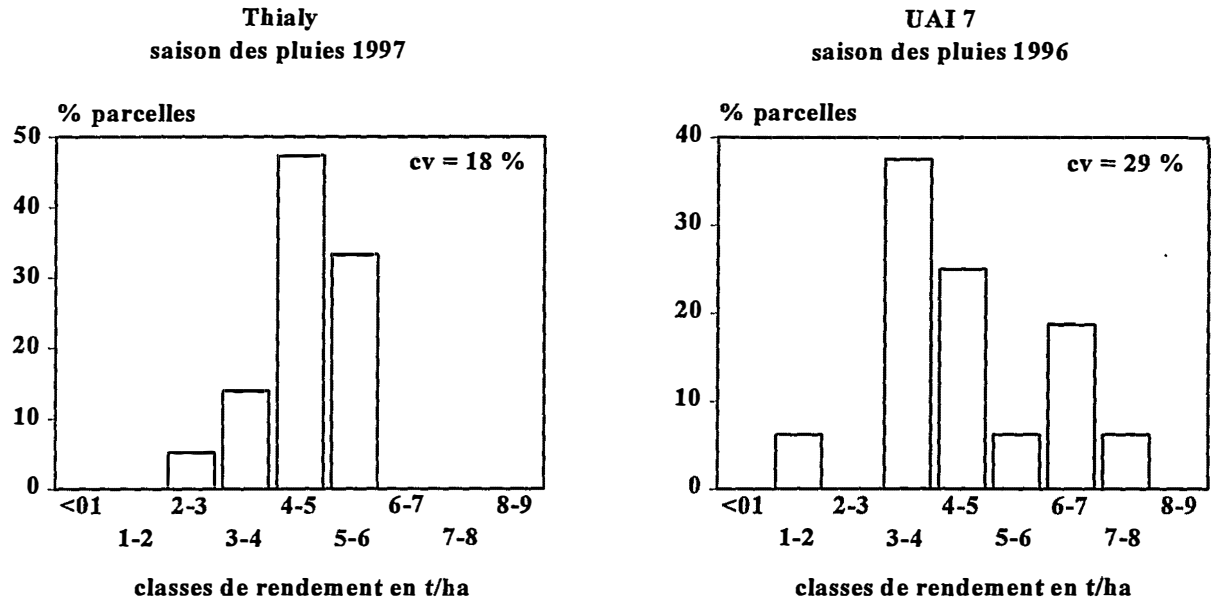
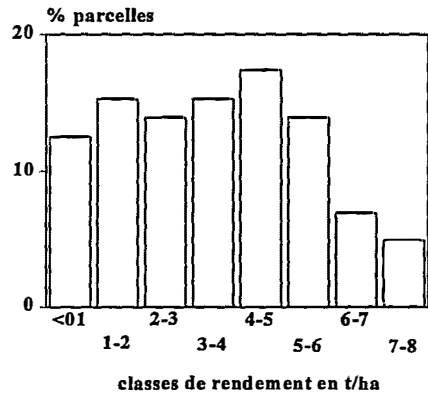


figure 24 : Variabilité des rendements en paddy sur l'enquête foyré (ensemble des parcelles)



Sur les autres villages, la situation peut être très fluctuante d'une année à l'autre. Ainsi à Bow 2, où la campagne 1997 s'est avérée catastrophique, les paysans se plaignant d'une attaque importante de sautériaux. Ce "sinistre" serait à l'origine de leur incapacité de paiement. La moyenne des rendements relevés en 1996 et 1997 *via* l'enquête foyré confirme ces mauvais résultats. Ganguel présente également des valeurs moyennes hétérogènes, mais fonction semble-t-il des aménagements considérés : le rendement moyen est en effet très élevé en 1996 sur Ganguel 2 (6,7 t/ha !) alors que l'enquête foyré donne une valeur plus conforme aux observations dans la région (3,95 t/ha).

Au delà de ces valeurs moyennes, l'hétérogénéité des rendements représente leur caractéristique majeure, que ce soit au sein d'un même périmètre (figure 23) ou sur l'ensemble de l'échantillon enquêté (figure 24). En dehors de Thialy 2, les coefficients de variation sur une campagne dépassent toujours 20 % pour aller jusqu'à 80 % à Gouriki en 1997. Toutes les gammes de rendement, de moins d'une tonne à l'hectare jusqu'à 8 t/ha, se retrouvent sur l'enquête foyré. Ces résultats ne sont pas originaux en soi, mais confirment la difficile maîtrise qu'ont les paysans de la conduite de leurs cultures et de la gestion de leurs aménagements.

Ces performances variables sont d'autant plus dommageables qu'elles ajoutent à l'incertitude générale, et fragilisent le fonctionnement collectif. Ainsi, le rendement obtenu en hivernage 1996 sur l'UAI 7 est en moyenne correct (4 t/ha). Mais il dissimule une grande diversité de situation, avec une majorité de parcelles inférieures à 4 tonnes, dont les attributaires auront une probabilité plus élevée de ne pas rembourser leurs charges d'exploitation. Si ce raisonnement ne peut être tenu au seul niveau parcellaire, puisque la gestion des ressources monétaires et céréalières relèvent des unités de production, de telles situations augmentent le risque que des déséquilibres financiers globaux apparaissent par défaut de paiement individuel, malgré les bonnes performances de certains paysans.

tableau 47 : Rendements moyens obtenus selon les périmètres et villages

kg/ha	Thialy Soubalo	Thialy Maka	Bow	Gouriki Colliabé	Ganguel	Ndouloumadji		ensemble
						UAI7	Dm4	
<i>périmètre*</i>								
moyenne 1995	4770	-	3960	3960	-	3340	-	4195
moyenne 1996	4440	-	3250	3250	6750	4040	4700	4650
moyenne 1997	4640	-	1510	1510	-	5030	-	3600
<i>village**</i>								
moyenne	4440	3330	2160	3740	3950	4270		3610
mini	1250	860	1705	300	810	500		170
maxi	7110	7940	920	7200	7300	8000		8000

* enquête rétrospective 1996 et 1997 sur les six aménagements suivis

** enquête foyré pour les campagnes 1996 et 1997

4.1.6. Conclusion

Les observations réalisées sur les pratique culturales et les rendements en riz irrigué dans le département de Matam et les conclusions que nous pouvons en tirer ne diffèrent pas fondamentalement des situations rencontrées dans le delta. Nous retiendrons :

(i) une influence importante des acteurs extérieurs au périmètre et des organisations paysannes sur les comportements individuels, particulièrement lors de l'implantation des cultures ;

(ii) une forte incertitude générée par l'environnement de l'organisation gestionnaire et par ses membres, rendant délicat tout exercice de planification et l'amenant à privilégier une stratégie d'ajustements aux aléas rencontrés en cours de campagne ;

(iii) des référentiels peu stabilisés et très divers concernant la fertilisation, avec une tendance générale au surdosage, *a priori* peu cohérent avec le souci de réduire les charges.

(iv) des rendements à la mesure des contraintes techniques auxquelles sont confrontés les paysans, mais dont les moyennes masquent de fortes hétérogénéités tant au sein d'un même périmètre que d'une année sur l'autre. Cette diversité augmente d'autant les risques d'impayés et les conflits entre individus dont les performances diffèrent pour une campagne donnée.

En conséquence des problèmes de coordination entre les acteurs et les opérations à conduire, des retards apparaissent dans le calage des cycles culturels et les séjours des plants en pépinière sont mal maîtrisés. Ces problèmes ne relèvent pas d'une méconnaissance technique de la part des paysans, mais de dysfonctionnements organisationnels tant internes que liés à des inefficiences de leurs partenaires économiques. Si des interventions classiques, telles que des expérimentations et démonstrations en milieu paysan, peuvent être envisagées sur des questions telles que la fertilisation, les aspects relevant de l'organisation du travail demandent d'autres types d'approches, que nous développerons en conclusion.

4.2. *Les autres spéculations irriguées*

Seules les informations recueillies lors de l'enquête foyré permettent de se faire une idée sur les pratiques culturelles paysannes concernant les autres spéculations irriguées. Manquent à cette analyse les aspects touchant aux dates d'intervention et aux intervalles entre opérations, qui sont difficilement reconstituables par une enquête *a posteriori*. D'autre part les superficies parcellaires annoncées par les paysans ne sont pas d'une grande précision, particulièrement pour les jardins aux surfaces réduites. En conséquence les doses d'intrants et les rendements calculés doivent être plutôt interprétés sous forme de tendances que de valeurs absolues.

4.2.1. *Les cultures observées*

Sur les 943 parcelles recensées lors de l'enquête foyré pour les années 1996 et 1997, 450 étaient irriguées, dont 280 portaient des cultures autres que le riz (tableau 48). Sur cet ensemble, 80 % étaient des cultures pures, le reliquat portant deux spéculations (16 %), plus rarement trois (4 %). Parmi ces combinaisons nous retiendrons les points suivants :

- les associations de plusieurs cultures maraîchères dominent, avec généralement l'oignon comme culture pivot, associé au gombo, à l'aubergine, à la tomate ou au chou. A noter de plus quelques parcelles d'aubergine-gombo (4) et de haricot-bissap (4) ;

- l'oignon est également associé fréquemment au niébé, voire au maïs ;

- la patate douce irriguée est toujours cultivée en association avec d'autres cultures. Les 69 parcelles recensées en culture pure sont toutes situées sur les berges du fleuve (falo), où elles sont cultivées selon un principe de décrue.

L'oignon et le maraîchage¹ représentent également la majorité des cultures pures irriguées, avec quelques parcelles de gombo (8) et d'aubergine (9). Ces cultures se rencontrent essentiellement sur les périmètres privés

¹ Le terme "maraîchage" désigne l'ensemble des spéculations rentrant dans le champ des cultures légumières, sans distinction au moment de l'enquête. Sous ce vocable se retrouvent donc des parcelles portant différentes espèces, parmi celles nommément recensées, qui auraient logiquement dû être classées dans la catégorie "association de culture". Compte tenu de leur poids dans l'échantillon, nous les avons néanmoins traitées comme un tout.

et les PIV non directement initiés par la Saed, ces derniers étant plus particulièrement réservés aux céréales, riz et dans une moindre mesure maïs et sorgho.

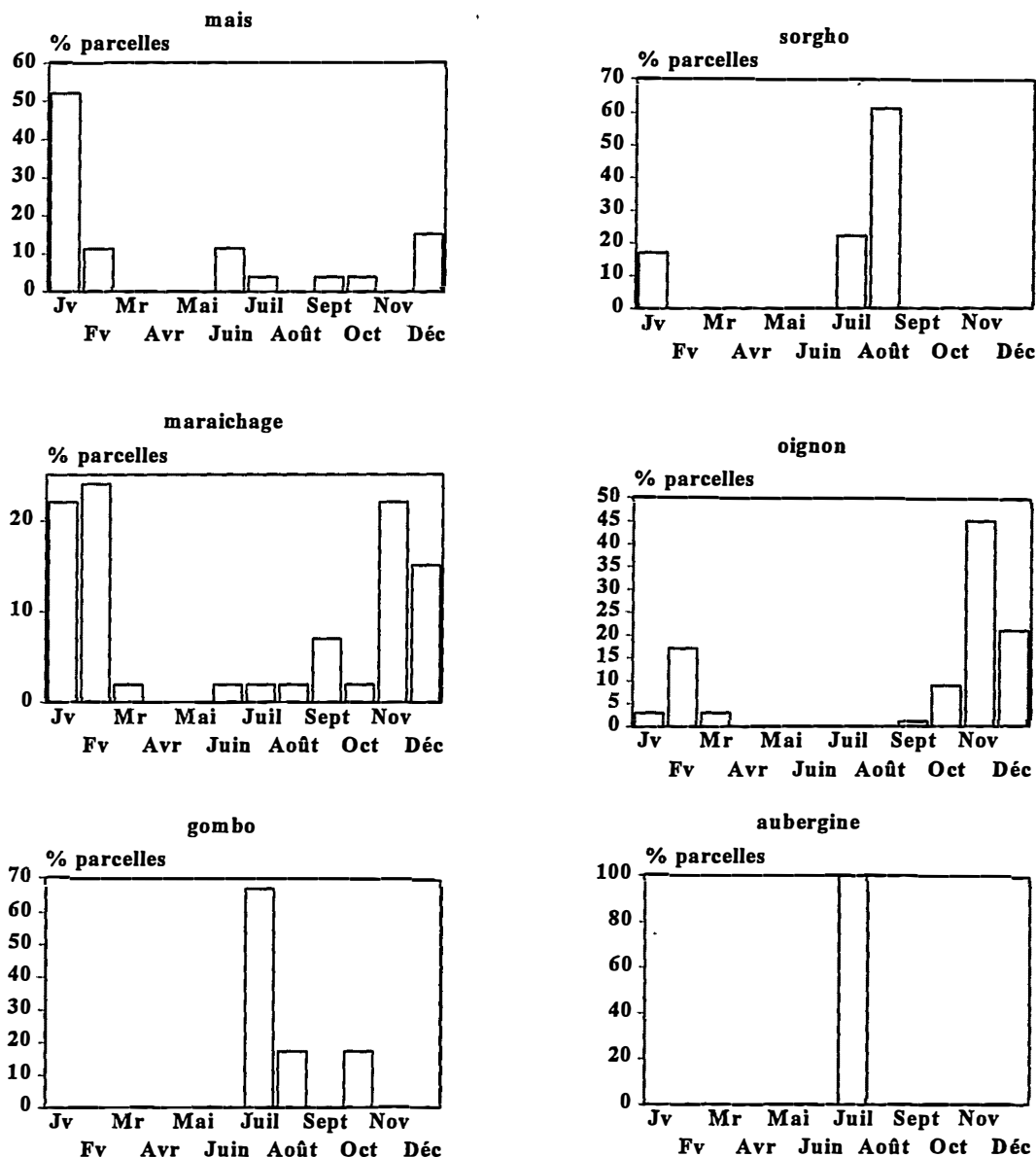
tableau 48 : Répartition des cultures selon le type d'aménagement

(nombre de parcelles)	PIV Saed	PIP	autres PIV	total
<i>1 culture</i>				
sorgho	26	1	-	27
maïs	25	4	1	30
niébé	1	3	4	8
oignon	2	47	19	68
gombo	4	3	1	8
chou	-	1	-	1
aubergine	2	-	7	9
maraîchage	-	63	19	82
total	50	122	51	233
<i>2 cultures</i>				
maïs - niébé	1	-	-	1
maïs - oignon	-	4	-	4
oignon - niébé	-	5	6	11
oignon - tomate	1	-	-	1
oignon - patate douce	-	1	-	1
oignon - aubergine	-	5	2	7
oignon - choux	-	9	-	9
tomate - gombo	1	-	-	1
aubergine - gombo	-	2	2	4
patate douce - niébé	-	1	-	1
haricot - bissap	-	-	4	4
total	3	27	14	44
<i>3 cultures</i>				
oignon - maïs - niébé	1	-	-	1
oignon - maïs - gombo	-	1	-	1
oignon - niébé - patate douce	-	1	-	1
oignon - tomate - aubergine	-	2	-	2
oignon - tomate - chou	-	4	-	4
oignon - chou - aubergine	-	3	1	4
total	1	11	1	13
<i>total</i>	54	160	66	280

Ces deux dernières spéculations et les légumineuses (niébé) sont, de fait, beaucoup moins fréquentes en irrigué (respectivement 25 % et 4 % des cultures pures). Le sorgho est en effet essentiellement cultivé en décrue (91 % des parcelles recensées), le maïs présentant une situation plus équilibrée avec 55 % des parcelles non irriguées.

Compte tenu de la structure de cet échantillon, nous avons limité l'analyse des pratiques culturales et des budgets de culture aux cas suffisamment représentés parmi les cultures pures. Il était en effet difficile de traiter des cultures associées, dans la mesure où le questionnaire ne permettait pas de distinguer les productions de chaque spéculation. Nous avons donc retenu les spéculations suivantes : maïs, sorgho, oignon, gombo, aubergine et maraîchage.

figure 25 : Mois d'implantation par spéculation autre que le riz



4.2.2. Pratiques culturales et rendements

Nous avons rassemblé sur la tableau 48 et le tableau 49 les éléments à notre disposition concernant les pratiques culturales des cultures autres que le riz. En l'absence de suivi direct, ces données concernent essentiellement les mois d'implantation, les modes et doses de semis, la fertilisation et les traitements phytosanitaires. Peu d'études et de références sont disponibles sur ces aspects dans le département de Matam, qui permettraient de recadrer nos informations. Nous nous sommes surtout appuyés sur l'étude ancienne mais détaillée de Jamin et Caneill (1986).

4.2.2.1. Maïs et sorgho

Le maïs est cultivé sur de grandes parcelles, de l'ordre d'un demi-hectare en moyenne. La période la plus favorable à sa culture se situe en saison froide, avec des dates optimales de semis en novembre-décembre. Les informations relevées lors de notre enquête dénotent une grande diversité de comportements, avec probablement des retards au semis dus à des problèmes d'organisation analogues au riz et des concurrences dans les travaux avec la récolte de cette culture. Ainsi seules 12 % seulement des parcelles ont été semées durant cette période favorable, alors que la grande majorité (65 %) a été semée en janvier et février, soit au début de la saison chaude. On notera la présence de quelques parcelles atypiques, semées durant la saison des pluies (entre juin et octobre), dont la production pourrait être destinée à une consommation en vert.

La préparation du sol est essentiellement manuelle, avec quelques parcelles ayant bénéficié d'une utilisation de la traction animale. D'après Jamin et Caneill, le billonnage n'est pas systématique, d'autant que les billons se dégradent en cours de culture avec l'irrigation.

Le semis est réalisé manuellement, après une pré-irrigation, les graines étant placées dans un trou et recouvertes ensuite de terre. L'enquête montre que la majorité des semences ont été acquises à l'extérieur de l'exploitation, alors que les études précédentes soulignaient au contraire la tendance des paysans à pratiquer une sélection massale sur la base leurs propres productions. Nous ne disposons pas de mesures de densité de plants, mais les doses de semis pratiquées sont faibles et correspondraient à une fourchette basse pour atteindre 45 à 50000 plants par hectare. Jamin et Caneill avaient en effet observé des densités en général comprises entre 20000 et 50000 plants par hectare à Ndouloumadji Dembé 1 en 1981 et 1982, phénomène qu'ils expliquaient tant par l'écartement élevé des poquets que par les hétérogénéités de levée.

La fertilisation ne touche que 60 % des parcelles recensées, avec une dose globale moyenne faible (67 kg/ha) mais très hétérogène (minimum : 5 kg/ha ; maximum : 395 kg/ha). La fumure de fond n'est rencontrée que sur la moitié des parcelles, essentiellement sous la forme d'un apport de DAP, à des doses relativement élevées, de l'ordre de 80 kg/ha. La fumure de couverture est apportée en général en une seule fois, dans la plupart des cas sous forme d'urée, à des doses globalement faibles (60 kg/ha en moyenne). Ces valeurs se situent dans la la fourchette basse des observations réalisées par Jamin et Caneill. Quant aux traitements insecticides, ils ne touchent qu'un quart des parcelles.

De ces observations se dégage le sentiment général **d'une conduite extensive des parcelles de maïs**, plus proche des cultures de décrue que d'un système intensifié tel que la recherche a pu le mettre au point dans les années soixante-dix (Moscal, 1978) puis quatre-vingt (Ndiaye et al., 1990 ; Gay et al., 1991). Ces systèmes, essentiellement basés sur l'utilisation de variétés améliorées, semées à la bonne période, de fortes densités et une fumure appropriée, permettent d'atteindre des rendements élevés de 4 à 7 t/ha, mais participent d'une autre logique que celle apparemment adoptée par les paysans actuellement. Ceux-ci intègrent en effet les risques pris en matière d'irrigation, et notamment la longueur des tours d'eau, qui amène la culture à subir des alternances de submersion et de stress hydrique dommageable à sa croissance¹. Les pratiques culturelles adoptées (faible densité et fumure limitée) sont donc cohérentes avec les rendements espérés et finalement obtenus, qui sont en moyenne faibles (730 kg/ha) et ne dépasseraient pas 1000 kg/ha sur notre échantillon. Ce rendement moyen serait également peu différent des résultats obtenus en décrue (660 kg/ha) et ne justifierait guère la culture du maïs irrigué sous cette forme.

La situation apparaît identique pour le sorgho, dont l'itinéraire technique observé est proche en moyenne de celui du maïs, avec une tendance plus importante à l'auto-approvisionnement des semences (variété locale de type *samé* ou *fela*) et un ratio très faible de parcelles fertilisées (16 %), même si la dose totale moyenne est plus élevée (140 kg/ha, calculée sur trois parcelles). Le sorgho irrigué est en général cultivé en saison des pluies (semis de juillet et août pour 84 % des parcelles), sur des parcelles inaptes à la riziculture incluse dans un

¹ Volper (1993) signale des pertes de productivité de l'ordre de 50 % en relation avec cette alimentation hydrique irrégulière.

périmètre rizicole, ou sur des périmètres entiers. Les semis d'août, majoritaires, sont tardifs par rapport aux dates optimales mises en évidence par la recherche (juin et juillet) et peuvent souffrir d'attaques de cantharides et de sautériaux, la saison des pluies étant elle-même moins productive que la saison sèche froide. Le sorgho est enfin très sensible aux attaques d'oiseaux, ce qui nécessite un gardiennage des parcelles, consommateur en temps.

Malgré ces différentes contraintes et cette faible intensification, le rendement moyen obtenu est beaucoup plus élevé que celui du maïs (près de 2 tonnes à l'hectare), grâce à des parcelles affichant des rendements supérieurs à 3 t/ha. Ce résultat est difficilement interprétable compte tenu des pratiques enregistrées, et donc non extrapolable en l'état. L'écart avec le rendement du sorgho de décrue, en moyenne égal à 560 kg/ha, est dans ce cas important.

4.2.2.2. Cultures maraîchères

Toutes les cultures maraîchères sont pratiquées sur de petites surfaces, de 500 à 1000 m² en moyenne, avec quelques cas d'exploitations plus vastes, dont un périmètre privé couvrant 3 ha à Noudloulmadji. La préparation du sol est toujours manuelle, et ces cultures bénéficient en général d'une bonne fertilisation. Quelques différences apparaissent néanmoins entre les spéculations.

- Maraîchage

Le maraîchage est pratiqué essentiellement en saison sèche froide et début de saison sèche chaude (mise en place des cultures entre novembre et février), période considérée comme la plus favorable à ces cultures du fait de la moindre pression parasitaire et des températures plus faibles (de Bon, 1982). Quelques tentatives de désaisonnement de la production en hivernage sont observées.

La plupart des semences maraîchères sont acquises à l'extérieur de l'exploitation, soit directement chez des commerçants (70 % des cas), soit par l'intermédiaire des groupements de producteurs. La fumure est pratiquée sur 83 % des parcelles, à des doses totales moyennes de l'ordre de 120 kg/ha. Si la fumure de fond est peu pratiquée (26 % des parcelles), la fumure de couverture fractionnée en deux apports est majoritaire. Les engrais utilisés sont, à égalité, l'urée et le 10-10-20. Par contre, seul un tiers de ces parcelles a bénéficié d'un traitement phytosanitaire.

- Oignon

L'oignon est une spéculation courante dans la zone de Matam, essentiellement cultivée par les femmes sur de petites parcelles s'apparentant à des jardins (moyenne : 0,05 ha ; min : 0,0025 ha ; max : 0,40 ha). Comme il est d'usage dans la vallée, le calendrier de mise en place est centré sur les mois d'octobre, novembre et décembre, pour des mises en marché en avril à une période où les prix sont au plus bas. Quelques tentatives de semis plus tardifs (février et mars) sont également observés.

Comme pour le maraîchage en général, l'oignon suit un itinéraire relativement intensif. Les semences sont achetées à l'extérieur de l'exploitation, à des doses néanmoins inférieures aux recommandations de la recherche¹ (respectivement 2,5 et 4 kg/ha). La fumure est généralisée (91 % des parcelles), avec des doses totales en moyenne élevées (170 kg/ha et un maximum de 350 kg/ha). La fumure de fond concerne les trois-quarts des parcelles, avec pour la moitié d'entre elles un apport de 10-10-20 à raison de 100 kg/ha (250 kg/ha recommandés par le CDH). Deux apports de couverture sont ensuite pratiqués sur au moins 60 % des parcelles, à des doses également inférieures aux recommandations de la recherche. L'urée est alors plus souvent utilisée que le 10-10-20. Enfin un quart des parcelles reçoivent un troisième apport. Les traitements phytosanitaires sont par contre rares, traduisant probablement une faible pression des ravageurs.

¹ Comme pour le gombo, nous sommes ici partis des fiches techniques produites par le Centre de développement de l'horticulture (CDH) qui demanderaient à être adaptées aux conditions de la vallée.

Comparativement aux 20 à 30 t/ha potentiellement possibles, les rendements obtenus en moyenne sont faibles (3,6 t/ha) pour des raisons difficiles à interpréter sur la base de nos informations (densités trop faibles, problèmes d'irrigation, fumure limitée ?).

- Gombo et aubergine

Le gombo et l'aubergine irrigués sont implantés essentiellement en juillet-août, où ils relaient les cultures maraîchères de saison froide. Le gombo est cultivé selon un itinéraire relativement extensif, avec une absence totale de fumure sur les deux tiers des parcelles et aucun traitement phytosanitaire. Le rendement moyen (6,5 t/ha) est de ce fait très inférieur au 15 à 30 t/ha avancés par le CDH, mais demeure malgré tout intéressant.

A contrario, l'aubergine suit un itinéraire beaucoup plus intensif, toutes les parcelles recensées recevant une fumure de fond (43 kg/ha de 10-10-20) et un premier apport de couverture (67 kg/ha de 10-10-20 ou d'urée), et la moitié d'entre elles un traitement phytosanitaire. Le rendement moyen dépasse celui du gombo, avec 10 t/ha.

4.2.3. Conclusion

Compte tenu de notre protocole d'enquête, de son calage dans le temps et de la fréquence des cultures de diversification, il nous était difficile d'accéder à une information directe par observation sur celles-ci, comme nous avons pu le faire pour le riz. Des quelques données obtenues par enquête rétrospective, il ressort néanmoins que le sorgho et le maïs, quoique relativement présents sur les périmètres irrigués de type "Saed", sont cultivés selon des itinéraires techniques plus proches de la décrue que des systèmes intensifs proposés par la recherche. Cultures de faible rapport économique et aux espérances de rendement moyennes compte tenu des investissements consentis par les paysans, notamment en engrais, elles paraissent jouer un rôle de substitut par rapport au riz, pour des problèmes de sol ou d'utilisation de la main d'oeuvre en saison sèche froide.

La place des cultures maraîchères est par contre différente, comme le montre cette brève analyse des pratiques culturales. Les systèmes rencontrés sont en effet plus intensifs, faisant largement appel à l'achat de semences et d'engrais. Les rendements restent certes en retrait par rapport aux potentiels de ces cultures, mais elles représentent une source de revenus et de diversification alimentaire intéressante pour les populations, tout en demeurant dans les limites étroites des marchés locaux.

tableau 49 : Pratiques culturales sur les cultures irriguées autres que le riz

	maïs	sorgho	oignon	gombo	aubergine	maraîchage
<i>superficie par parcelle</i> (ha)	0,48	0,3	0,05	0,11	0,09	0,1
<i>préparation du sol</i> (%)						
manuelle	93	100	100	100	100	98
traction animale	7	-	-	-	-	1
mécanique	-	-	-	-	-	1
<i>implantation</i> (%)						
mode : semis direct	100	100	6	-	71	17
repiquage	-	-	94	100	29	83
origine semence :						
auto-production	21	61	9	25	-	6
organisation paysanne	-	-	13	-	71	24
acquisition extérieure	79	39	78	75	29	70
dose semence (kg/ha)	14	16	2,5	28	?	2,2
<i>fumure de fond</i>						
type (%) aucune	48	72	23	63	-	26
DAP	35	22	23	25	-	27
urée	-	6	-	-	-	-
10-10-20	7	-	46	12	100	44
autre	10	-	8	-	-	3
dose (kg/ha)	82	70	100	100	43	73
<i>1er apport couverture</i>						
type (%) aucun	39	83	9	63	-	19
DAP	4	6	9	-	-	1
urée	50	11	54	25	43	42
10-10-20	-	-	24	12	57	35
autre	7	-	4	-	-	3
dose (kg/ha)	60	118	89	120	67	60
<i>2ème apport couverture</i>						
type (%) aucun	90	94	41	88	14	38
DAP	-	-	-	-	-	-
urée	10	6	37	-	29	29
10-10-20	-	-	19	12	57	30
autre	-	-	3	-	-	3
dose (kg/ha)	60	-	56	-	67	77
<i>3ème apport couverture</i>						
type (%) aucun	100	100	75	100	100	98
DAP	-	-	-	-	-	-
urée	-	-	15	-	-	2
10-10-20	-	-	7	-	-	-
autre	-	-	3	-	-	-
dose (kg/ha)	-	-	44	-	-	-
<i>ensemble fertilisation</i>						
% parcelles avec engrais	60	16	91	38	100	83
dose totale moyenne	67	140	172	111	111	119
<i>traitement phytosanitaire</i>						
% parcelles	24	17	9	-	57	33
rendement (kg/ha)	730	1980	3590	6500	10100	?

5. Les budgets de culture

L'analyse des budgets de culture à la parcelle permet d'évaluer et de comparer l'intérêt économique des systèmes de culture rencontrés. Ces réflexions ne dépassent pas néanmoins cette échelle d'appréhension. Une compréhension d'ensemble des problèmes économiques et financiers auxquels ont à faire face les paysans doit plutôt privilégier le niveau du périmètre, d'une part, de l'exploitation, d'autre part, où des phénomènes de compensation ou au contraire de compétition dans l'utilisation des ressources se font jour.

Les informations présentées ci-après sont tirées de l'enquête foyer uniquement, cette source étant la seule à fournir un jeu complet de données pour chaque culture et campagne agricole. Comme précédemment, ces informations sont à manipuler avec prudence, mais elles permettent de révéler certaines tendances intéressantes pour l'ensemble de l'étude. Des chiffres plus précis et plus fiables ne peuvent réellement être obtenus que par la mise en place d'un suivi permanent, sur l'ensemble de la campagne.

En l'absence d'un tel suivi, particulièrement pendant la phase de récolte et de commercialisation des productions, nous avons été amené à utiliser certaines conventions concernant les prix et volumes de vente des produits. Les prix retenus, après concertation avec l'économiste filière, sont les suivants :

- paddy : 100 Fcfa/kg
- maïs et sorgho : 125 Fcfa/kg
- oignon : 120 Fcfa/kg
- gombo : 200 Fcfa/kg

Nous ne disposons pas de cours pour l'aubergine, ni le maraîchage qui est une combinaison de produits. Les produits bruts ont été calculés en considérant que l'ensemble de la production était commercialisé, ce qui est loin d'être le cas à Matam, pour les céréales tout du moins. Nous touchons à ce niveau le côté artificiel d'une telle approche axée sous un angle purement "parcelle". Des revenus à l'hectare économiquement positifs peuvent se révéler déficitaires après que l'agriculteur ait ponctionné la part qu'il réserve à la consommation ou au remboursement des dettes familiales. En ce sens, plus que les budgets de culture, ce sont les budgets par exploitation et l'utilisation des produits sous leurs différentes formes qui comptent.

5.1. *Le riz irrigué*

Les budgets de culture du riz irrigué sont présentés au tableau 50. S'y ajoutent, pour quelques parcelles, les dépenses liées à la préparation du sol. Les tarifs pratiqués à Ndouloumadji en 1998 sont les suivants :

- en traction animale : de 8.500 à 16.000 Fcfa/ha selon les villages
- offset au tracteur : 18750 F/ha

Les performances enregistrées se caractérisent par :

- des charges totales très variables, comprises entre 60.000 et 300.000 Fcfa/ha, pour une valeur moyenne de 166.000 Fcfa/ha, mais dont le coefficient de variation est le plus faible de tous les ratios calculés ;

- un revenu net à l'hectare de l'ordre de 170.000 Fcfa/ha, couvrant une très large variabilité (figure 26) notamment près de 25 % de parcelles au revenu négatif et un deuxième quart avec des revenus supérieurs à 300.000 Fcfa/ha. Compte tenu de nos conventions de calcul, cette forte variabilité n'est en grande partie, que le reflet de celle déjà observée pour les rendements.

- en étroite relation avec le point précédent, une relation faible entre charges et rendement, traduisant la mauvaise valorisation des facteurs de production et la faible maîtrise qu'ont les agriculteurs de leurs itinéraires techniques (figure 27).

- un ratio "charges / produit" (0,63) et un coût de production (54 Fcfa/kg) élevés , du fait notamment des nombreuses parcelles déficitaires.

figure 27 : Distribution des revenus par parcelle (1.000 Fcfa/ha)

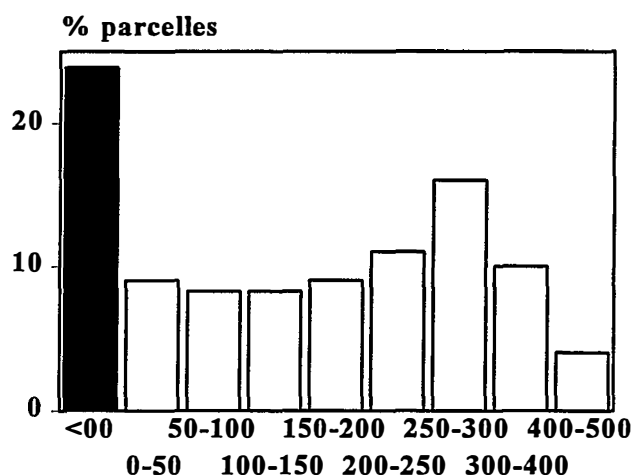
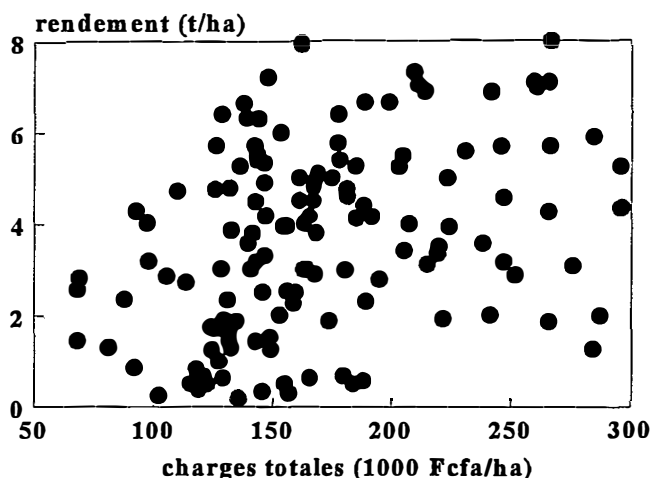


figure 26 : Variation des rendements en fonction des charges totales



Dans leurs grandes lignes, ces valeurs et phénomènes sont très cohérents avec ceux observés dans le delta, avant et après la dévaluation du franc cfa (Le Gal, 1993 ; Bélières et *al.*, 1994 ; Fusillier et Liagre, 1994 ; Liagre, 1998). Compte tenu de la relative homogénéité des itinéraires techniques sur un même périmètre, les charges sont proches mais leur valorisation agronomique très diverse, comme le reflète l'hétérogénéité des rendements. Que la production soit ensuite commercialisée ou consommée, les marges de manoeuvre à la disposition de chaque agriculteur seront de ce fait très différentes.

Le problème de l'allocation de la production vers la couverture des charges est néanmoins différent à Matam par rapport au delta car (i) les surfaces par attributaire sont en général beaucoup plus limitées, mais (ii) elles sont, au moins officiellement, uniformément réparties entre les attributaires, alors que ceux-ci doivent compter avec une demande familiale en céréales et argent différente. A même revenu à l'hectare vont donc correspondre des situations contrastées quant à la possibilité ou non de rembourser les dettes de la campagne agricole.

La répartition des charges totales entre les différents postes s'articule autour de trois tiers : le premier concerne les intrants, essentiellement les engrais, le second le coût de l'eau, ce dernier demeurant en moyenne inférieur aux niveaux rencontrés dans le delta sur les aménagements transférés (autour de 65.000 Fcfa/ha), le troisième recouvrant les charges de main-d'oeuvre et de récolte. Ces dernières sont peu élevées, en l'absence de batteuses

et du fait de l'entraide. Elles restent d'ailleurs à la discrétion de l'attributaire, qui se sent malgré tout fortement incité à redistribuer une partie de sa production en direction des femmes ayant participé au repiquage et au vannage, et de certaines personnes qui se sont déplacées depuis d'autres villages pour participer aux chantiers.

tableau 50 : Budgets de culture de riz irrigué

	charges					produit	revenu	ch/prod.	F/kg
	intrants	eau	récolte	m-o	total				
n	159	155	109	112	154	141	133	121	121
moyenne	67 000	57 500	29 300	26 600	165 800	335 900	166 000	0,63	54
cv	41	36	106	55	33	60	117	70	57
mini	2 100	900	1 000	3 000	61 500	12 500	-231 700	0,20	20
maxi	232 000	146 000	175 000	65 700	296 300	800 000	572 000	2,76	181

source : enquête foyré - résultats 1996 et 1997

5.2. Les autres spéculations irriguées

Quelques données ont également été rassemblées concernant les budgets de culture des autres spéculations irriguées, le principe étant, comme dans la partie précédente, de ne considérer que les parcelles en culture pure et les spéculations suffisamment représentées dans l'échantillon (tableau 51). Les résultats obtenus, conformes aux observations faites sur les pratiques culturales et les rendements, peuvent se résumer ainsi :

- le maïs et le sorgho ont des niveaux de charge très faibles, reflétant le caractère extensif de leur conduite. Les revenus obtenus par le maïs (56.000 Fcfa/ha) sont également faibles compte tenu des rendements observés. Grâce à une productivité inexplicablement élevée, le sorgho présente des performances nettement meilleures.

- l'oignon valorise mal ses charges élevées, liées tant à des coûts de l'eau deux fois supérieurs à ceux du riz et à des dépenses en engrais et semences également élevées. Du fait des rendements très médiocres, le revenu moyen s'établit à 90.000 Fcfa/ha, soit le plus faible après le maïs. Bien que ces chiffres soient à confirmer, ils laissent entendre que de réels progrès sont à rechercher dans cette culture largement diffusée dans la zone.

- le gombo et l'aubergine présentent par contre un intérêt économique certain. Leurs charges demeurent raisonnables, mais leurs fortes productions combinées à des prix rémunérateurs (à confirmer pour l'aubergine) dégagent de fortes marges à l'hectare. Ces données sont bien sûr à relativiser en fonction de la taille des parcelles concernées, et des potentialités réelles du marché, tant local que national, qui permettraient une extension de ces cultures au delà de leur utilisation actuelle.

tableau 51 : Budgets de culture moyens des autres spéculations irriguées

	charges				produit	revenu	ch/pr	.F/kg
	intrants	eau	récolte	total				
sorgho	20 000	33 000	10 000	47 000	218 000	170 000	0,21	24
maïs	13 200	21 000	-	35 000	91 000	56 000	0,38	48
oignon	111 000	125 000	20 000	229 000	313 000	90 000	0,73	64
gombo	166 000	72 000	-	194 000	1300 000	1179 000	0,14	30
aubergine	59 000	68 000	-	127 000	?	?	?	?
maraîchage	105 000	97 000	35 000	214 000	?	?	?	?

source : enquête foyré - résultats 1996 et 1997

6. Synthèse

6.1. Des dysfonctionnements aux origines diverses

Bien que parfois incomplètes ou relevant de protocoles différents, nos différentes sources d'information se recoupent sur un certain nombre de points saillants qui structurent notre diagnostic sur l'utilisation des périmètres irrigués dans le département de Matam et leurs performances technico-économiques. Nous retiendrons :

(i) des taux de mise en valeur globalement faibles et très variables d'une année sur l'autre sur un même périmètre. La non exploitation des aménagements est fréquente et la double culture est rare, les agriculteurs tendant de plus à spécialiser les aménagements selon le type de production ;

(ii) des moyennes de rendement et de revenu à l'hectare situées dans une fourchette couramment rencontrée dans la vallée du fleuve Sénégal en riziculture, mais dont la dispersion sur un même aménagement est importante. Ce phénomène se double d'une absence de relations nettes entre rendement et charges à l'hectare ;

(iii) des retards importants dans l'installation des pépinières et le repiquage du riz durant l'hivernage 1998 ;

(iv) des pratiques de fertilisation variables d'un périmètre, voire d'un paysan, à l'autre, avec une nette tendance au sur-dosage des engrais, et, dans certains cas, un décalage entre dates d'apport et besoins des cultures ;

(v) une conduite extensive des cultures céréalières de diversification (maïs et sorgho irrigués), avec des rendements également très variables selon les cas ;

(vi) des cultures maraîchères présentes sur de petites surfaces, avec des rendements faibles pour l'oignon mais des revenus à l'hectare intéressants pour le gombo et l'aubergine ;

(vii) des groupes moto-pompes pour la plupart vieillissants, nécessitant des coûts de réparation élevés.

(viii) une redevance hydraulique se limitant aux charges de la campagne agricole en cours (salaires, énergie et réparations), et n'incluant aucune provision pour le renouvellement des matériels.

Les raisons à l'origine de ces pratiques et performances variables peuvent se regrouper en trois domaines, correspondant à des horizons de gestion différents :

- des aspects relevant de la gestion stratégique des périmètres
- des problèmes liés à l'organisation de la campagne agricole
- des problèmes liés à des choix techniques spécifiques

- *Gestion stratégique des périmètres*

Par gestion stratégique des périmètres, nous entendons l'ensemble des choix touchant à leur mise en valeur (choix des spéculations et du taux d'utilisation du périmètre), d'une part, et à la redevance hydraulique, d'autre part. Celle-ci conditionne en effet la capacité de l'organisation gestionnaire à entretenir ses infrastructures et à renouveler les équipements nécessaires à la bonne marche du périmètre. Or les mauvaises performances enregistrées en terme de taux de mise en valeur ont avant tout deux origines : la non fonctionnalité des GMP et l'absence de fonds pour financer la campagne, que ce soit directement ou du fait de l'endettement contracté auprès de la Cncas.

Ces deux problèmes renvoient au même phénomène, à savoir l'incapacité qu'ont les paysans à dégager du périmètre une production suffisante pour (i) subvenir à leurs besoins familiaux en céréales et en argent, (ii) rembourser les charges de culture et (iii) provisionner le renouvellement des GMP. Cette situation est à la fois liée à la petitesse des attributions foncières par famille et au trop faible niveau d'intensification rencontré (pas de double culture, rendements mal maîtrisés). Les paysans se trouvent de fait pris dans un cercle vicieux, où le processus de décapitalisation né d'une conception des périmètres trop orientée vers une logique sociale (répartition égalitaire des terres aménagées dans un village, tailleréduite des aménagements, réseau hydraulique "rustique") les empêche de passer à une logique plus intensive, nécessaire pour atteindre un double objectif de renouvellement des équipements, essentiellement GMP dans un premier temps, et de création de revenus individuels satisfaisants.

Le recours aux revenus de l'émigration, pour couvrir tant les dépenses de consommation que de production, s'en trouve bien évidemment conforté, d'autant que les possibilités offertes par les cultures de diversification n'apparaissent pas clairement. Avec des rendements potentiellement plus faibles, même en conduite intensive, maïs et sorgho ne présentent pas une alternative viable au riz, si ce n'est dans l'utilisation de sols moins favorables à cette culture. Quant aux cultures maraîchères, elles demanderaient à être mieux connues avant toute extension sur de plus larges surfaces, d'autant que leurs marchés sont relativement étroits localement.

- Organisation des campagnes agricoles

Cette situation financière et structurelle difficile n'est également pas sans conséquence sur les capacités de planification des groupements de producteurs concernant l'organisation des campagnes agricoles. Les retards observés soulignent en fait toutes les difficultés de coordination que rencontrent les gestionnaires, en interne avec les agriculteurs individuels, en externe avec les organismes sollicités pour le financement des campagnes, la maintenance des aménagements et des GMP ou la fourniture des intrants. Tout retard dans l'octroi des crédits, lui-même souvent lié aux délais de remboursement du prêt précédent, dans la réparation des moto-pompes ou dans la réfection d'un canal, se répercute non seulement sur l'opération directement en cause (par exemple le démarrage de l'irrigation), mais également sur sa synchronisation avec les interventions culturales qui lui sont associées.

De ce point de vue, la phase d'implantation apparaît bien comme la plus critique, d'autant que les responsables des groupements rencontrent des difficultés pour faire appliquer les règles décidées collectivement. Comment, en effet, contraindre des paysans individuels à semer leur pépinière à telle date, voire de respecter les tours d'eau, sachant que les comportements non coopératifs rencontrés auront des répercussions à la fois sur les relations entre acteurs au sein de l'organisation, et sur les performances des uns et des autres ? Dans cet exercice de planification, comme dans les décisions stratégiques liées à la mise en valeur et à la redevance hydraulique, les gestionnaires de périmètre butent sur les incompatibilités entre une logique collective visant à la valorisation et à la durabilité du patrimoine commun, et des logiques individuelles diverses, certains ne voyant dans le périmètre qu'une source marginale de revenu. La place variable de l'émigration dans l'économie des ménages peut avoir, de ce point de vue, un rôle déstabilisant vis-à-vis des stratégies collectives.

Pour résoudre leurs conflits latents avec les paysans individuels, les gestionnaires de périmètre tentent apparemment de s'appuyer sur les conseillers agricoles de la Saed, en leur faisant jouer un rôle de "tierce personne" dépassant leur seule fonction de conseil technique. Ces derniers semblent en effet avoir un statut extérieur et une autorité légitimés par les paysans, qui leur permet d'intervenir dans les décisions nécessitant un minimum de coordination entre acteurs.

Cette incertitude des comportements individuels, tant des paysans en interne que de leurs partenaires externes amène les organisations gestionnaires à réduire leur horizon de planification et à s'adapter pas à pas aux aléas rencontrés en cours de campagne. Cette situation concourt à la mauvaise maîtrise globale des itinéraires techniques, quand bien même les référentiels proposés par les structures de recherche et la Saed sont connus. Il en va ainsi des semis tardifs des pépinières, des trop longs séjours des plants en pépinière ou des irrigations irrégulières dues à des pannes de moto-pompe. Ce défaut de planification peut également conduire les paysans

à démarrer une campagne avec uniquement les sommes nécessaires à l'approvisionnement en gasoil, pour ensuite négliger la fertilisation par manque de trésorerie.

- Des problèmes techniques spécifiques

En nous limitant à la riziculture, plusieurs problèmes techniques ressortent de nos enquêtes. Le premier concerne la préparation du sol, qui représente le goulot d'étranglement majeur du calendrier de travail. Cette opération manuelle, réalisée par chaque famille individuellement, contribue en effet par sa longueur à retarder la mise en eau du périmètre et le repiquage. La durée du chantier est liée à la technique utilisée, pénible et peu rapide en l'absence d'apports de main-d'oeuvre extérieure à l'exploitation, mais également par la nécessité de refaire les nombreuses diguettes lorsqu'un tracteur a été utilisé. Modalités de préparation du sol et qualité des aménagements, et notamment du planage, ne peuvent donc être dissociées.

La fertilisation représente également un point à améliorer. Les représentations et pratiques des paysans diffèrent largement en la matière, indépendamment même de leur capacités de financement. Ce phénomène est fréquent en riziculture sahélienne, avec des conséquences directes sur les rendements et la valorisation des engrais épandus (Wopereis et *al.*, à paraître). Cette diversité demande à être mieux comprise et nécessite qu'un accent particulier soit mis sur la diffusion des recommandations techniques de la Recherche sur ces questions.

6.2. Propositions et recommandations

Les propositions et recommandations que nous pouvons avancer suite à ce diagnostic sont à replacer dans une réflexion plus générale sur le type de développement envisagé pour le département de Matam. Cherche-t-on à poursuivre sur les bases actuelles (périmètres de petite taille et à coût réduit, faibles surfaces par attributaire, priorité à la riziculture) avec des risques de déséquilibre financier structurel sur chaque périmètre et de non renouvellement des équipements, et la nécessité de recourir à des ressources externes, qu'elles proviennent de l'émigration ou de subventions versées par l'Etat ? Ou cherche-t-on à développer l'économie régionale à partir du secteur irrigué, ce qui suppose des investissements pour accroître les superficies aménagées, améliorer la maîtrise de l'eau par des aménagements mieux conçus, le développement des filières de diversification, la formation des hommes à la gestion des périmètres ?

Ce débat entre une logique sociale de l'irrigation et une logique intensive, que l'on peut également qualifier d'entrepreneuriale dans la mesure où elle nécessitera d'autres représentations et compétences de la part des agriculteurs et des gestionnaires de périmètres, concerne tous les acteurs impliqués dans le développement régional : l'Etat et les bailleurs de fonds, les agriculteurs et leurs organisations représentatives, les partenaires économiques et, bien sûr, les émigrés dont l'importance économique est soulignée par ailleurs. Organiser ce débat pour construire une vision du futur du département de Matam, le traduire en actions et plans de financement concrets, nous paraissent deux préalables à l'amélioration durable des performances du secteur irrigué. Sans ce cadre général, les quelques projets actuellement en place (PRODAM et HCR) ou prévus (PIDAM) n'auront probablement qu'un impact limité dans l'espace et le temps, avec le risque de voir leurs résultats s'estomper dès leur achèvement.

En supposant adopté le choix pour un développement du secteur irrigué, plusieurs points doivent faire l'objet d'une attention particulière, s'agissant de la gestion et de la mise en valeur des périmètres actuels et surtout futurs. Les voies d'intensification des périmètres sont en effet bien connues : augmentation des taux de mise en valeur par la régularité des campagnes agricoles et le passage à la double culture, amélioration des rendements. Nous y ajouterons la diversification des systèmes de culture pour élargir l'éventail des productions et sortir d'une logique purement rizicole qui ne peut, à elle seule, couvrir les coûts de l'irrigation, particulièrement sur de petites surfaces. Plus qu'à des recettes passe-partout, la réalisation de ces objectifs renvoient à l'amélioration des processus de gestion des périmètres, dont nous avons vu toute la complexité à travers l'analyse de l'implantation du riz. Plusieurs propositions peuvent être faites dans ce sens.

- Raisonner aux échelles village et exploitation agricole

En dehors de jardins maraîchers cultivés en permanence, la double culture nous paraît peu réaliste dans les conditions actuelles d'organisation des paysans et de qualité des périmètres. Si la double riziculture est théoriquement possible, les délais entre la récolte de la culture d'hivernage et l'implantation de la culture de saison sèche sont relativement courts, tout retard accroissant les risques de semis à une période défavorable¹. Qui plus est, le riz de saison sèche entraîne des coûts d'irrigation élevés. Des enchaînements riz-cultures maraîchères sur des parcelles identiques sont également peu envisageables, pour des raisons à la fois de compatibilité des cycles et de types de sol. Ils supposent de plus que le riz soit implanté très tôt (juin) pour libérer la parcelle en début de saison sèche.

Dans ces conditions, il nous paraît préférable de raisonner la diversification des systèmes de production à l'échelle non plus seulement du périmètre mais de l'ensemble des périmètres d'un village, d'une part, et des exploitations agricoles, d'autre part. Nous avons vu que ce processus était déjà largement enclenché dans les villages suivis. Il s'agirait dans ce cas de mieux le coordonner, en partant des quelques principes suivants :

- sauf augmentation importante des surfaces par famille, considérer que les périmètres rizicultivés ne peuvent, par eux-mêmes, couvrir toutes les charges, notamment le renouvellement des moto-pompes ;

- augmenter les revenus monétaires en augmentant la part globale dans le village et les exploitations des cultures de diversification telles que le maraîchage, mais également à terme le coton, l'arachide ou le maïs destiné à l'alimentation animale. Cette stratégie passe par le développement des périmètres situés sur des sols plus favorables à ces cultures ;

- mettre en place un dispositif de coordination entre les périmètres d'un même village permettant d'organiser (i) la distribution des parcelles des différents périmètres entre les familles, (ii) les transferts de fonds d'un périmètre à l'autre, *via* une mutualisation des risques (pannes notamment) et des dépenses d'entretien et de renouvellement des équipements.

Ces actions pourraient donc s'inscrire dans une perspective de développement local, prenant le relais au niveau de chaque village, du cadre régional préalablement défini.

- Organiser les filières

Le développement des cultures de diversification ne pourra réussir sans une meilleure organisation des filières. L'augmentation des productions de cultures telles que le gombo, l'oignon et l'aubergine présente en effet le danger d'une saturation rapide des marchés locaux, sans qu'il existe aujourd'hui une assurance de débouchés sur les centres urbains. Cette organisation des filières passe par (i) une meilleure connaissance des marchés locaux et nationaux (volumes consommés, structure des coûts), (ii) une régulation des productions par filière *via* une bonne coordination entre les producteurs (surfaces et dates d'implantation), d'une part, entre producteurs et intermédiaires, d'autre part, (iii) une maîtrise de la qualité des produits et des coûts de mise en marché, d'autant que l'éloignement du département de Matam des centres de consommation représente une contrainte supplémentaire par rapport à des zones plus favorisées telles que les Niayes ou le Gandiolais.

Ce processus de coordination doit s'envisager à l'échelle régionale, à travers la constitution d'organisations professionnelles par filière ou grands types de production. Compte tenu de sa place centrale dans le développement agricole régional, la Saed pourrait jouer, dans un premier temps, un rôle d'initiateur et d'animateur de ces organisations, avant qu'elles ne prennent leur pleine autonomie.

¹ Cette différence entre des calendriers culturels, non dimensionnés, et des calendriers de travail, impliquant la mise en oeuvre de ressources en travail et équipement sur des surfaces données, explique les difficultés des agriculteurs dans la réalisation de systèmes de double culture, que les chercheurs pratiquent couramment en station sur de petites surfaces.

- Revoir la conception des aménagements

Les aménagements actuels ne satisfont pas les règles minimales nécessaires à une maîtrise correcte de l'irrigation. Leur conception doit être revue, en tentant, dans la mesure du possible et en fonction des sommes disponibles, de respecter quelques principes tels que l'autonomie des agriculteurs individuels, la flexibilité de l'offre par rapport aux demandes en eau, l'adaptabilité à des cultures aux besoins différents.

- Améliorer l'exploitation et de la maintenance des équipements existants.

Les conclusions de l'étude tendent à montrer que la mise aux normes des PIV de 3ème génération est une condition indispensable pour permettre la viabilité technico-économique des aménagements.

Il n'en demeure pas moins que l'organisation de la maintenance annuelle des GMP, la maintenance lourde des réseaux et le renouvellement des équipements restent des problèmes non résolus. Face à l'échec de Matam III (amplifié par le désengagement de la SAED), on peut s'interroger sur les chances de succès des solutions proposées par le PRODAM et les PIV REM dès que ces projets seront terminés.

- Propositions relatives aux entretiens lourds des réseaux et au renouvellement des GMP

Trois raisons principales nous semblent sur le plan technico-économique et organisationnel, expliquer la situation actuelle :

(i) La diversité des interventions dans la zone (PRODAM, PIVREM, etc.) et les facilités d'acquisition des nouveaux équipements et de réhabilitation des réseaux qu'ils procurent, ne sont pas une incitation pour les OP à entretenir leur réseau ou à renouveler leur GMP. Leur tour viendra ... Cette situation pose le problème de la coordination des interventions dans le département qui semble de plus en plus échapper à la SAED.

(ii) Les aménagements, en particulier ceux de 3ème génération, nécessitent l'intervention d'équipes spécialisées pour assurer des maintenances lourdes tous les 6 à 7 ans. Sur de petits aménagements, tout amène en effet à penser que la flexibilité aux imperfections du réseau hydraulique est beaucoup plus faible que dans le cas de grands aménagements. La réalisation de telles interventions nécessite une provision annuelle systématique de la part des usagers si on veut éviter une variation importante des charges d'irrigation.

(iii) Compte tenu du coût des groupes motopompes et des conditions d'acquisition (durée du prêt 5 ans), l'OP a tout intérêt, dans les conditions actuelles, à ne pas renouveler son matériel (les frais de remboursement sont supérieurs aux frais d'entretien compte tenu de la durée de vie réelle des équipements) même si la fiabilité des équipements est notoirement moindre.

Ces constatations conduisent à penser que ces problèmes doivent être abordés à un niveau supérieur à celui du périmètre, si ce n'est au niveau du département, au moins au niveau des secteurs.

Une solution envisageable serait de créer à ce niveau un « fond d'entretien » qui serait géré par les OP avec l'appui de la SAED. Il serait alimenté par des redevances « maintenance-renouvellement », payées par les OP en fonction de la surface de l'aménagement et prenant en compte l'hétérogénéité de l'état des équipements, des besoins de renouvellement et de maintenance.

L'intérêt d'une telle structure serait :

(i) de permettre une péréquation de l'impact des interventions spécifiques sur l'ensemble d'une zone; toute intervention d'un bailleur de fonds aura une incidence sur la « redevance régionale »,

(ii) de permettre une meilleure programmation régionale des interventions de maintenance et, en particulier, si le volume des interventions est inter-annuellement stable, d'envisager une diminution des coûts,

(iii) de rééchelonner sur la durée réelle de vie des groupes motopompe, l'échéancier des remboursements.

- Propositions relatives à l'entretien courant des GMP

Les interventions actuelles semblent plus des solutions d'urgence (2 mécaniciens SAED réembauchés, révision de lots de GMP) que des solutions sur le long terme. Trois problèmes se posent :

- . la qualification des mécaniciens locaux,
- . la qualification des pompistes qui, dès qu'ils sont formés, généralement cherchent un emploi mieux rémunéré,
- . la disponibilité de pièces détachées de qualité.

Une solution envisageable pourrait être la systématisation des contrats de maintenance entre des entreprises privées disposant des compétences et stocks de pièces détachées et les OP telles que cela est déjà le cas sur un certain nombre d'aménagements. Pour éviter les dérives, le rôle de la SAED pourrait être de définir en concertation avec les différents intervenants, les termes de ce contrat.

- Améliorer l'environnement des périmètres

Inciter les paysans à changer de logique quant à la place de l'irrigation dans leurs systèmes de production, nécessite également d'intervenir sur leur environnement direct. Outre l'existence d'entreprises spécialisées dans l'entretien des GMP et la maintenance des réseaux, il serait nécessaire :

- d'améliorer les relations entre la Cncas et les groupements de producteurs, visant à diversifier l'offre de services par rapport à la demande et à mieux informer les paysans de leurs droits et de leurs devoirs. Compte tenu de la place de plus en plus centrale du financement bancaire dans le fonctionnement des périmètres, il convient de s'interroger sur le rôle que la Cncas doit jouer vis-à-vis des gestionnaires, notamment dans le calage des procédures d'octroi des prêts avec la mise en place des campagnes agricoles et sur le contrôle de l'utilisation des fonds.

- de développer de petites entreprises de service concernant la fourniture d'intrants et la mécanisation de certaines opérations culturales, particulièrement si les surfaces aménagées augmentent. L'expérience du delta montre que ces entreprises apparaissent dès lors que la demande existe, mais que leurs performances laissent souvent à désirer du fait de modalités de gestion mal maîtrisées. Ces entreprises de service pourraient donc faire l'objet d'un appui au même titre que les périmètres irrigués.

- d'améliorer les infrastructures routières, à travers notamment le désenclavement des zones du Diamel et du Dioulol, difficilement accessibles en hivernage, à une période où les paysans sollicitent leurs partenaires économiques.

- Améliorer la gestion des périmètres irrigués

Les différentes propositions avancées ci-dessus concernent essentiellement l'amélioration des conditions de production des agriculteurs. Mais en supposant que des aménagements plus performants soient mis à leur disposition, que les filières soient mieux organisées et que leur environnement direct réponde plus efficacement à leurs besoins, il relève de leurs responsabilités individuelles et collectives de valoriser ces possibilités à travers des systèmes de production rentables et pérennes. Il n'existe là encore pas de solutions évidentes à la résolution des problèmes de coordination que nous avons relevés au cours de notre analyse.

Les dispositifs en place pour amener les individus à payer les redevances dues, à respecter les tours d'eau ou à améliorer la conduite de leurs cultures, passent généralement par l'élaboration de règlements intérieurs dont nous avons souligné la difficulté d'application dans des organisations en auto-gestion. La littérature dans le domaine des périmètres irrigués propose des principes à suivre (Ostrom, 1992), mais rarement leurs modalités de mise en oeuvre.

Nous proposons d'axer les actions en ce sens sur deux aspects :

- l'amélioration de la gestion de l'information au sein du périmètre

Comme dans toute entreprise, l'information sur les activités conduites dans le périmètre (exploitation et maintenance du réseau, calcul et recouvrement de la redevance, production agricole, éventuellement commercialisation des productions) représente pour le gestionnaire un élément clé pour (i) évaluer les performances tant techniques qu'économiques, (ii) les restituer dans le temps et mettre en évidence certaines dérives (par exemple dans les consommations en eau ou les coûts de réparation du GMP), (iii) prendre les décisions nécessaires à la résolution des problèmes posés, tout en (iv) les justifiant vis-à-vis des membres du groupement. Le système d'information est donc à la fois un outil de gestion pour le gestionnaire, un moyen d'accroître la transparence dans le groupement et de faciliter le dialogue et la coordination interne, et un moyen d'améliorer le diagnostic et le dialogue avec des intervenants extérieurs.

Sur les périmètres étudiés dans le département de Matam, comme il a été observé par ailleurs (de Nys, 1997 ; Fall, 1998), le système d'information en place est très pauvre, voire inexistant. Son amélioration doit inclure la collecte des données de base, leur traitement et leur restitution sous la forme d'indicateurs adaptés aux besoins des gestionnaires. Elle implique une compatibilité avec les capacités de collecte de l'organisation, d'une part, les structures à même de traiter et restituer l'information, d'autre part. Une expérience à laquelle collaborent le Cirad, le Pôle systèmes irrigués, la Saed et quelques périmètres est actuellement en cours sur le delta, visant à utiliser des outils informatiques (base de données sous Access) pour faciliter ces phases de traitement et de restitution, tout en réfléchissant sur les structures à mettre en place pour assurer l'appui aux périmètres (voir infra). Cette expérience pourrait être utile aux périmètres du département de Matam.

- l'aide à la planification

L'existence d'informations plus précises et détaillées est également nécessaire pour aider les agriculteurs à réfléchir sur des scénarios d'évolution du périmètre concernant le moyen terme. Nous avons souligné combien la non prise en compte du renouvellement des GMP a eu un effet néfaste sur la pérennité des aménagements actuels. Mais, compte tenu de son incidence sur le montant de la redevance hydraulique, on ne peut déconnecter ce point d'une réflexion sur les stratégies de mise en valeur (choix des spéculations, niveaux de rendement atteints) et de commercialisation des productions qui permettront aux paysans de couvrir par leurs revenus la redevance qui leur est réclamée. Cette aide à la planification stratégique nécessite des outils de simulation dont le développement est encore au stade expérimental, mais il est possible d'inclure dès à présent ces aspects dans une démarche de conseil de type participatif.

Il convient également d'améliorer la planification des campagnes agricoles, particulièrement de leur démarrage, en formalisant avec les paysans les relations entre les différentes opérations relevant tant de la préparation de la campagne (recherche de financements, approvisionnement en intrants, maintenance des réseaux et des moto-pompes) que de son déroulement (synchronisation entre semis des pépinières, irrigation, préparation du sol et repiquage). L'objectif est là encore de bien souligner les interactions entre les comportements individuels et collectifs, de définir des dates butoir à respecter et d'évaluer les effets de dysfonctionnements sur des indicateurs tels que l'âge des plants au repiquage ou le taux de stérilité du riz. L'existence d'informations telles que celles obtenues lors de notre suivi est un élément important pour mettre en évidence les problèmes rencontrés, alors que l'utilisation d'outils simples de simulation, tels que RIDEV, permet de réfléchir sur différents scénarios alternatifs.

- Faire évoluer la fonction de conseil

Toutes ces propositions renvoient peu ou prou au rôle des intervenants extérieurs par rapport à la résolution des problèmes rencontrés par les organisations paysannes, et donc à l'évolution de la fonction de conseil. Les conseillers agricoles de la Saed actuellement en place, jouent un rôle classique de diffusion de référentiels techniques, qui doit être approfondi concernant :

- la préparation du sol, qu'il paraît nécessaire d'accélérer en étudiant la possibilité de passer à la traction animale ou au tracteur, dont les coûts ne sont actuellement pas très différents ;

- la fertilisation du riz, et probablement des autres cultures, dans la mesure où les connaissances et pratiques paysannes sont diverses et parfois éloignées du référentiel de la recherche. Ce travail à la fois de suivi de parcelles et d'expérimentations en milieu paysan pourrait être conduit en collaboration avec l'Adrao ;

- le référentiel technique en matière de cultures de diversification, en mettant en place un réseau de parcelles paysannes suivies sur les différentes productions et en sollicitant l'appui de la Recherche (et notamment le PSI) pour préciser le référentiel à diffuser au regard du diagnostic agronomique réalisé.

Néanmoins, ces éléments ne sauraient suffire à améliorer la gestion des périmètres, ni à favoriser l'évolution de leur environnement économique. Pour ce faire, de nouveaux conseillers doivent apparaître, capables de porter un diagnostic sur des problèmes complexes de gestion à court et moyen-terme, de dialoguer avec les gestionnaires de périmètres en utilisant les informations disponibles, de faire évoluer ces systèmes d'information, de construire des scénarios d'évolution et de les soumettre aux organisations, et plus généralement d'accompagner les dynamiques de changement qui apparaîtront globalement ou ponctuellement dans la région. Cette fonction de conseil en gestion peut d'ailleurs s'étendre aux petites entreprises travaillant dans le secteur irrigué, tant les problèmes rencontrés par les périmètres se retrouvent également dans ces structures.

Dans la mesure où cette fonction est appelée à prendre de l'importance, une réflexion devra être engagée au plan régional pour définir les structures à même de l'accueillir, de l'animer et de développer les méthodes nécessaires à ces conseillers pour remplir leurs tâches.

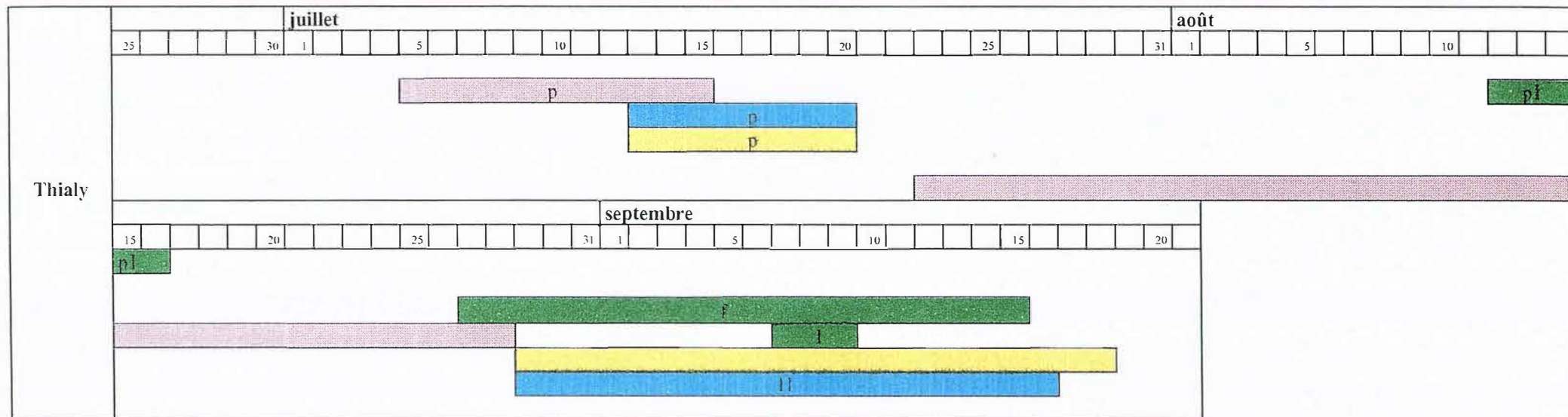
Bibliographie

- Bélières J.-F., Camara S. et Touré A., 1994. *Les exploitations agricoles du delta et leurs résultats technico-économiques pour la production rizicole en 1993*. SAED, 70 p. + annexes.
- de Bon H., 1982. *Rapport de synthèse sur les cultures maraîchères en Mauritanie de 1976 à 1982*. CNRADA, 146 p.
- CCCE, 1985. *Projet d'aménagement et de développement hydroagricole dans le département de Matam (SAED Matam)*. Paris, CCCE, 170p.
- Coulibaly Y., 1996. *Double riziculture et organisation du travail en traction animale : le cas du projet Retail (Office du Niger-Mali)*. INA-PG, 47 p. + annexes.
- Diemer G. et Van der Laan E., 1987. *L'irrigation au Sahel : la crise des périmètres irrigués et la voie Halpuular*. Paris-Wageningen, CTA, 226 p.
- Dingkuhn M., Le Gal P.-Y. et Poussin J.-C., 1993. RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et calendriers culturaux. In *Nianga : laboratoire de la culture irriguée*, Saint-Louis, Sénégal, ISRA-ORSTOM, pp. 205-222.
- Dingkuhn M., Sow A., Samb A., Diack S. and Asch F., 1995. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. I. Photothermal and microclimatic responses of flowering. *Agr. Syst.*, 48 : 385-410.
- Engelhard P., Ben Abdallah T., 1986 *Enjeux de l'après barrage : la vallée du Sénégal*. Dakar, Sénégal. Environnement et Développement du Tiers Monde (ENDA) : Ministère de la coopération française. 632 p.
- Fall Ch., 1998. *Gestion collective et financière de la redevance hydraulique dans les grands aménagements transférés du delta du fleuve Sénégal*. Mémoire de Master, CIHEAM, 108 p. + annexes.
- Fusillier J.-L. et Liagre L., 1995. *Les premiers effets de la dévaluation sur les filières riz irrigué au Sahel. Le cas du Sénégal*. 117 p. + annexes.
- Gay J.P., Goebel R. et Volper S., 1991. Les recherches sur la maïsiculture irriguée à Saint-Louis. Situation actuelle et perspectives. In *"Réunion du programme maïs de l'IRAT"*, CIRAD, pp. 261-271.
- Gay J.P. et Dancette C., 1993. La diversification des cultures. In *Nianga : laboratoire de la culture irriguée*, Saint-Louis, Sénégal, ISRA-ORSTOM, pp.281-300.
- Jamin J.-Y., 1994. *De la norme à la diversité : L'intensification rizicole face à la diversité paysanne dans les périmètres irrigués de l'Office du Niger (Mali)*. Thèse Doct., INA-PG, Paris, France, 255 p. + annexes.
- Jamin J.-Y. Et Caneill J., 1986. *Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués par les paysans de la vallée du fleuve Sénégal dans le cadre de la SAED.*
Tome 2 : Le milieu naturel et transformé. Conséquence sur le Développement et la Recherche.
Tome 3 : Etude des systèmes de culture irriguée.
ISRA-CIRAD-INA-PG, 75 et 210 p.
- Lavigne-Delville Ph., 1991. *La rizière et la valise. Irrigation, migration et stratégies paysannes dans la vallée du fleuve Sénégal*. Syros alternatives. 231 p.
- Le Gal P.Y., 1993. *Les budgets de culture du riz irrigué*. ISRA - CIRAD/SAR. 31 p.

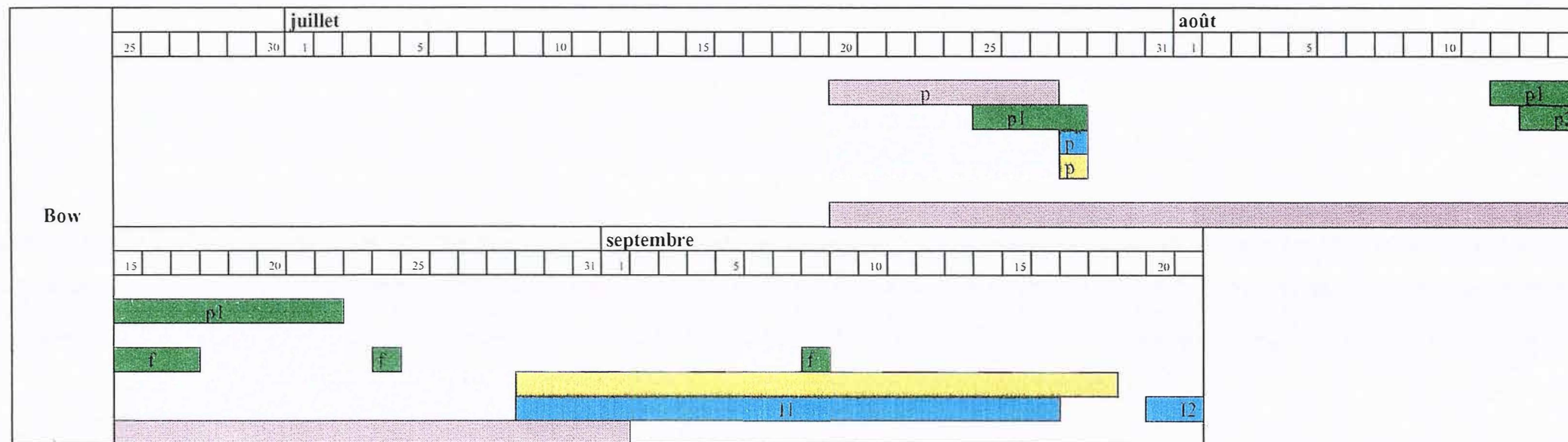
- Le Gal P.Y., 1995a. *Gestion collective des systèmes de culture en situation d'incertitude : cas de l'organisation du travail en double culture dans le delta du fleuve Sénégal*. Thèse Doct. Institut National Agronomique Paris-Grignon, 215 p. + annexes.
- Le Gal P.Y., 1995b. Le développement de la double culture irriguée au Sahel : contraintes et perspectives pour les agriculteurs. In *Irrigated rice in the Sahel: prospects for sustainable development*, K.M. Miezán, M.C.S. Wopereis, M. Dingkuhn, J. Deckers et T.F. Randolph eds. Ndiaye, Sénégal, ADRAO, pp. 161-183.
- Le Gal P.-Y., 1998. *Analyse et appui à la gestion des périmètres irrigués collectifs*. CIRAD/TERA, n°36/98, 18 p. + annexes.
- Le Gal P.-Y. et Papy F., 1998. Co-ordination processes in a collectively managed cropping system: double cropping of irrigated rice in Senegal. *Agricultural Systems*, 57 (2) : 135-159.
- Liagre L., 1998. Impact de la dévaluation et de la libéralisation sur la filière riz irrigué au Sénégal. *Agriculture et développement*, 17 : 24-38.
- Marzouk Y., 1989. Sociétés rurales et techniques hydrauliques en Afrique. *Etudes Rurales*, 115-116 : 9-36.
- Michel P., 1973. *Les bassins du fleuve Sénégal et Gambie : étude géomorphologique*. Mémoire ORSTOM, vol.3, n°63, 752 p.
- Moscal T., 1978. *Rapport de campagne de saison sèche froide 1976-1977 et hivernage 1977 (maïs, sorgho, triple culture céréalière et soja)*. FAO, 47 p.
- Ndiaye A.; Ndiaye J.P.; Gay J.P.; Goebel R.; Volper S., 1990. *Synthèse des activités de recherche-développement projet maïs irrigué*. ISRA, 1990, 17 p.
- de Nys E., 1997. *La gestion de la redevance en eau sur trois petits périmètres irrigués au Tchad*. Mémoire de fin d'études, CNEARC-CIRAD-ADER, 83 p. + annexes.
- Ostrom E., 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigations systems*. ICS Press, 111 p.
- Raes D. et Sy B., 1993. *Bilan d'eau et coût d'énergie de périmètres rizicoles. Delta et vallée du fleuve Sénégal. Campagnes de 1991 et 1992*. Projet Gestion de l'eau, Bulletin Technique n°6, Saint-Louis, Sénégal, SAED, 106p.
- Volper S., 1993. *Rapport final des activités conduites entre septembre 1988 et mai 1992*. CIRAD-ISRA.
- Wopereis M.C.S., Donovan C., Nebié B., Guindo D., Ndiaye M.K., à paraître. Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and savanna regions of west Africa. *Field Crop Research*.

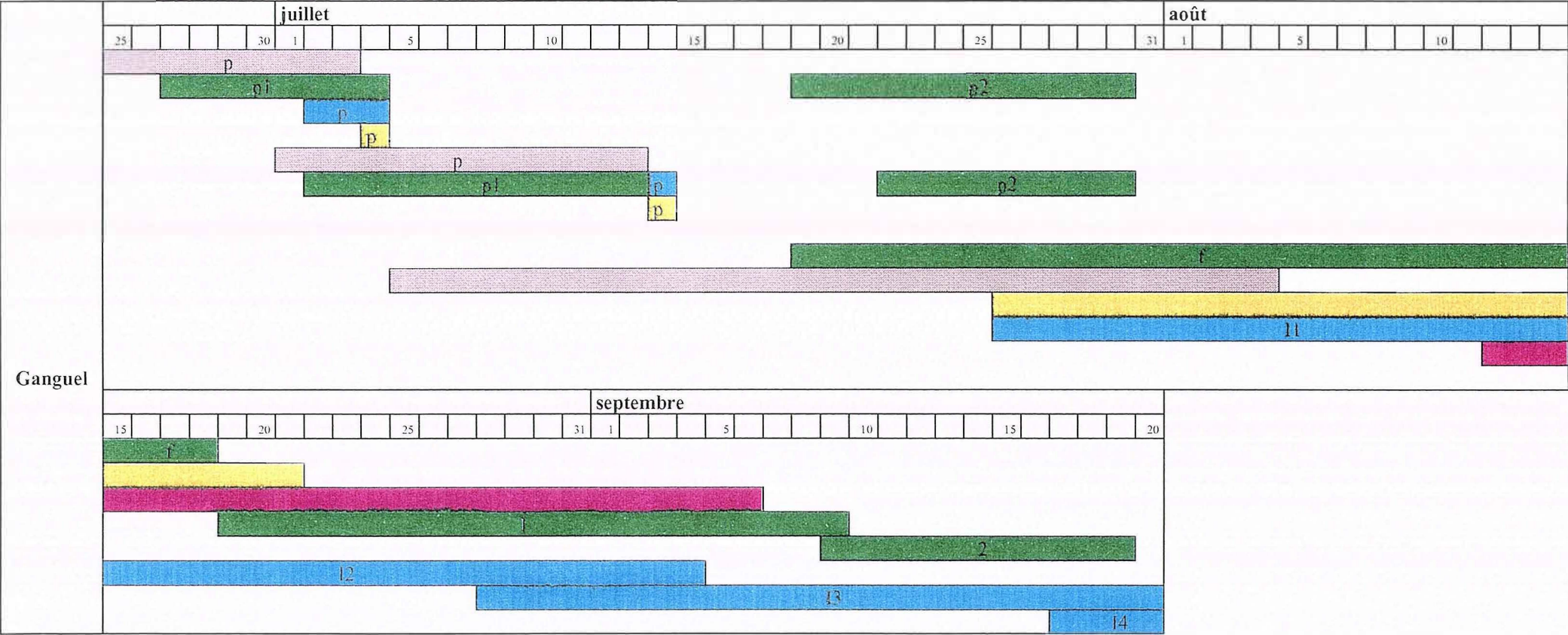
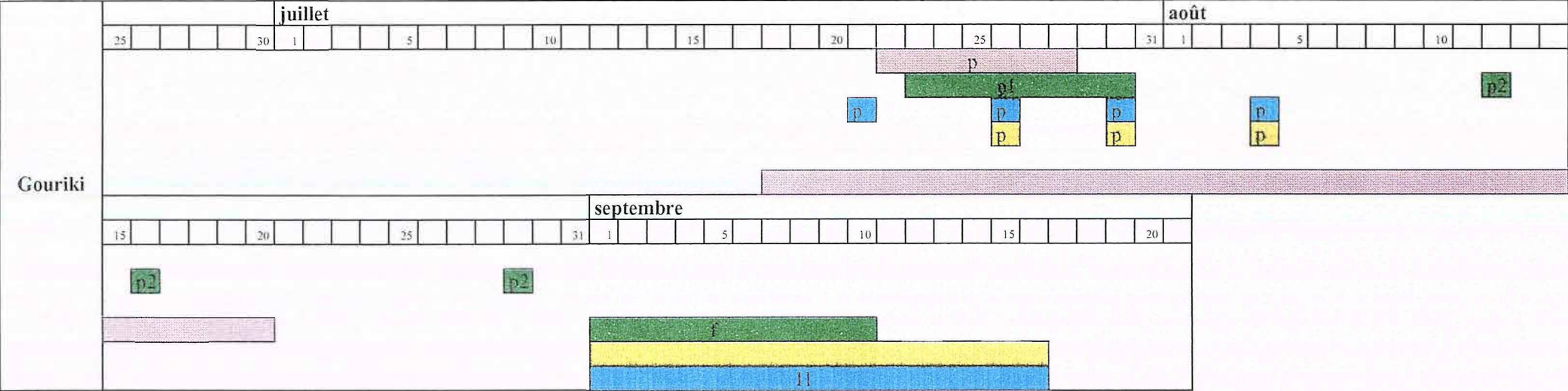
Annexes

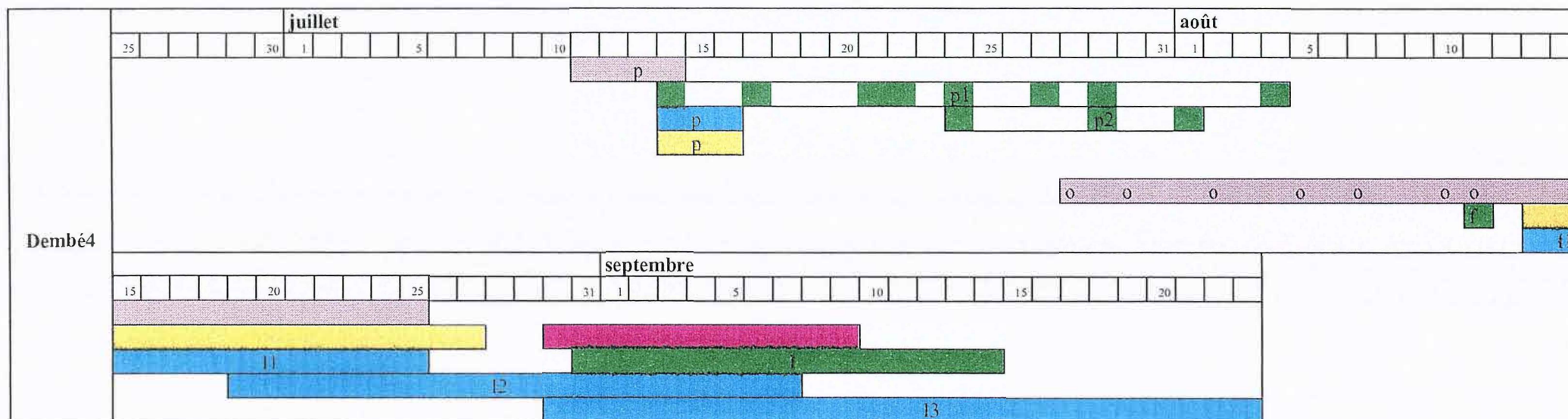
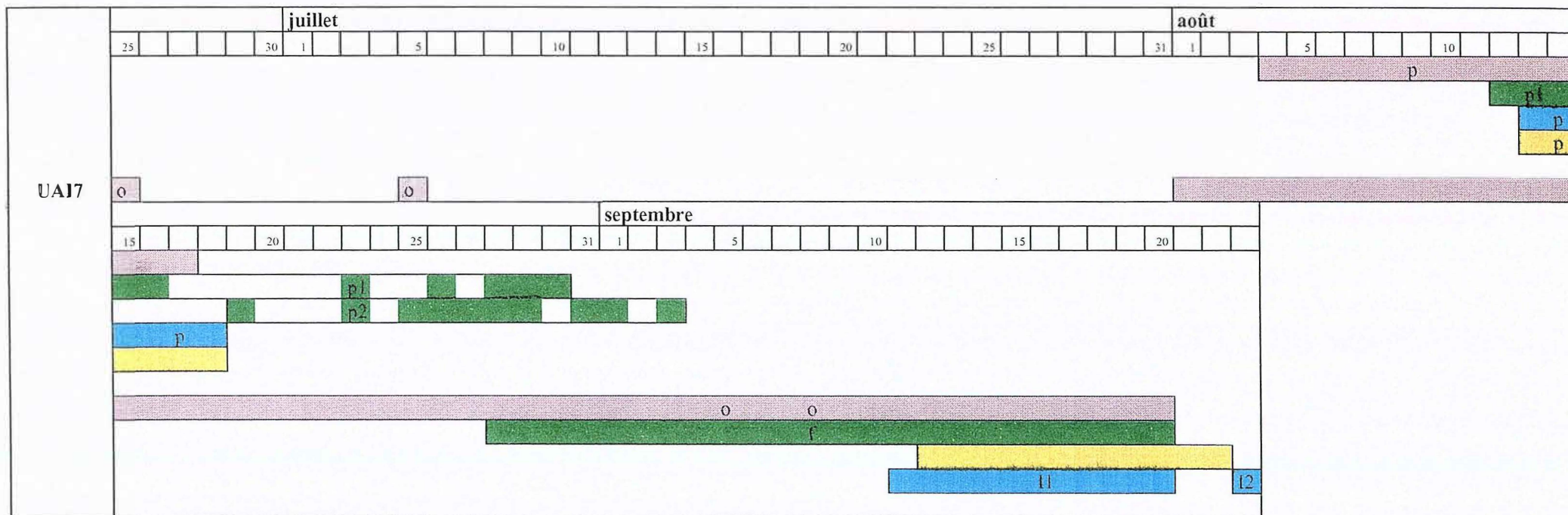
Annexe 1 : Calendrier des opérations culturales par périmètre en saison des pluies 1998



p préparation du sol pépinière pl fumure pépinière p irrigation pépinière p semis pépinière p désherbage i irrigation de rang i
 p préparation du sol parcelle (o : offset) f fumure de fond parcelle repiquage f fumure de couverture (1er apport) 2 fumure de couverture (2nd apport)







ANNEXE 2 :

EVALUATION DES CHARGES DE POMPAGE ET DES CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS.

1. METHODOLOGIE D'EVALUATION.

Ces estimations ont été réalisées à partir d'un suivi des GMP sur 6 périmètres. Cinq sont des aménagements de type " sommaire " dont l'alimentation en eau est assurée par des GMP sur bac flottant pompant dans le fleuve Sénégal, cas de Guanguel 2, Thially 2, Gouriky PIV REM et Bow 2 et dans le Diamel pour ce qui est du périmètre Dembé 4. Concernant l'UAI A7 de Ndouloumadji, l'aménagement est de type " intermédiaire " et son alimentation est assurée par un GMP sur berge pompant dans un chenal adducteur lui-même alimenté à partir du Diamel par la station de pompage électrique de Ndouloumadji.

L'estimation des charges de pompes réalisée prend en compte :

- ◇ la gestion de l'irrigation et des équipements de pompage pratiquée par les agriculteurs. Le suivi des durées de pompage et de l'évolution de la hauteur manométrique d'exhaure a en effet permis d'estimer les volumes pompés.
- ◇ les charges relatives aux entretiens courants et aux réparations de remise en état du GMP réalisées en début de campagne.

Les résultats du suivi réalisé au cours des 2 premiers mois suivant le semis ont été extrapolés à l'ensemble de la campagne afin d'estimer les charges liées à l'irrigation dans les conditions actuelles d'exploitation des équipements.

2. EVALUATION DES CHARGES DE POMPAGE ET DES CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE SUR LE PERIMETRE DE GANGUEL 2.

2.1 CARACTERISTIQUES GENERALES (GANGUEL 2).

Le périmètre de Ganguel 2, de type " sommaire endigué " a été créé en 1981. Sa superficie aménagée est de 20,25 ha et il comporte 67 parcelles de 0,3 ha. Il est géré par le GIE de Ganguel 2.

Depuis sa création les gros entretiens du réseau ont été réalisés par la SAED en 1983 (curage et reprofilage des canaux), en 1988 réalisation d'une digue de protection et en 1995 réfection générale des canaux, soit en moyenne une intervention tous les 6 ans.

Son GMP est constitué par un Lister HR3 datant de 1989, accouplé à une pompe KSB monté sur un bac flottant.

Depuis sa création sa mise en valeur a été uniquement rizicole en saison des pluies comme le montre le Tableau 1.

Au cours de la campagne de saison des pluies 1998, 17,2 hectares soient 57 parcelles ont été exploitées en riziculture au cours de la campagne d'hivernage 1998.

Tableau 1: Evolution du taux de mise en valeur du périmètre de Ganguel 2 depuis 1990.

	Année								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Taux de mise en valeur en riziculture en %	100	100	75	100	0	85	-	0	85

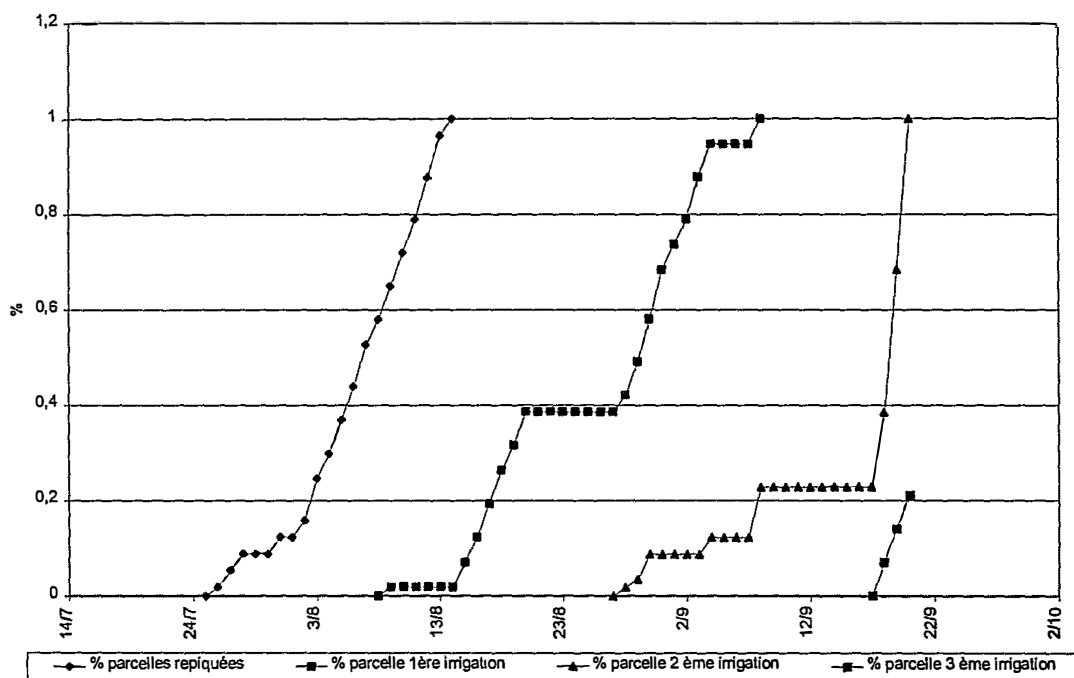
2.2 CALENDRIER DE DEMARRAGE DE LA CAMPAGNE DE SAISON D'HIVERNAGE 1998 SUR L'AMENAGEMENT DE GANGUEL2.

Le recoupement des fiches de suivi de pompage et des parcelles permet de reconstituer le calendrier des irrigations comme l'illustre la Figure 1.

Elle montre que pour des pépinières qui ont été respectivement semées le 4/07 et le 14/07, la durée moyenne entre semis et repiquage a été de 1 mois.

La durée moyenne entre le repiquage et la première irrigation est de 22 jours comme celle entre la première irrigation et la seconde après repiquage.

Figure 1: Calendrier de réalisation des irrigations sur Ganguel 2 en 1998 (14/7 -20/10)

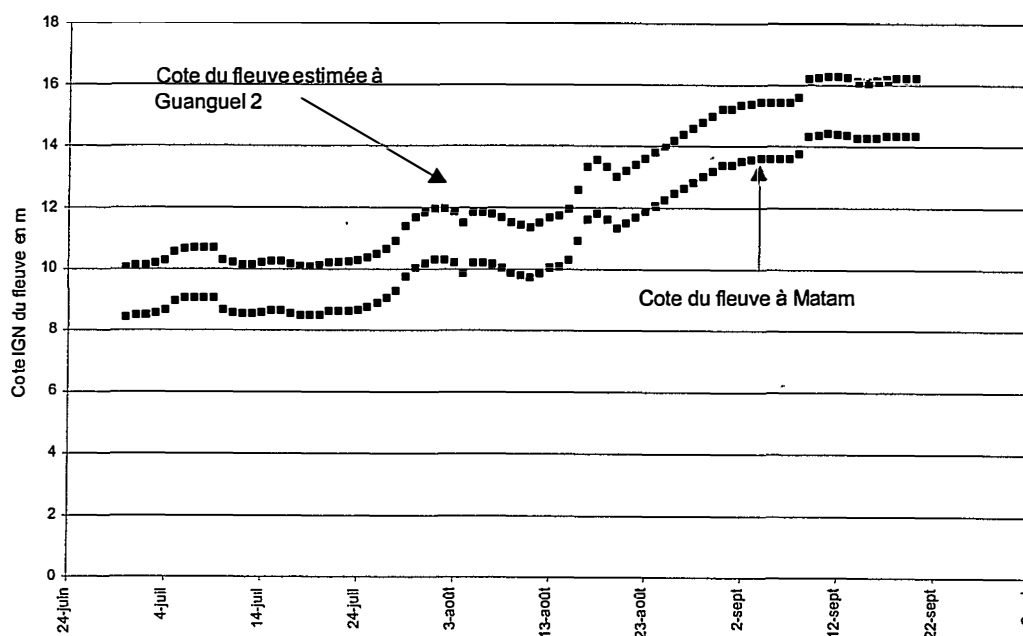


2.3 ESTIMATION DES VOLUMES POMPES PAR LE GMP ENTRE LE 30/6/98 ET LE 22/9/98 (GANGUEL 2).

Cette estimation a été réalisée en prenant en compte les caractéristiques des équipements de pompage, tuyaux de refoulement et la cote du bassin de dissipation 20,03 m.

Le niveau du fleuve Sénégal a été évalué à partir de la cote du Fleuve à Matam corrigée en fonction de la distance de Ganguel à Matam comme le montre la Figure 2.

Figure 2 : Evaluation de la cote du fleuve à Ganguel 2.



Les volumes pompés entre le 30 juin et le 20 Septembre ont ainsi été estimés à 156 200 m³ pour une durée effective de pompage de 348 h 45 mn soit un débit moyen de 448 m³/heure. La Figure 3 illustre la répartition des pompages au cours de cette période ainsi que l'évolution des débits.

On notera qu'au cours du repiquage le moteur n'a été utilisé qu'à 84% de sa puissance nominale. Cette pratique peut s'expliquer par le débit limitant des arroseurs lors de cette opération, l'eau n'étant dirigée que sur un seul secteur du périmètre.

2.4 EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE L'IRRIGATION (GANGEL 2).

2.4.1 Evaluation du rapport volume pompé / besoins en eau de référence (Ganguel 2).

L'estimation des besoins en eau a été effectuée en prenant en compte la pluviométrie de Matam faute de données spécifiques au site étudié.

Le calcul a été effectué en prenant en compte une durée en pépinière de 30 jours conformément aux résultats du suivi.

La Figure 4 illustre la comparaison entre les besoins en eau de référence calculés décadairement et les volumes d'eau apportés par décade (efficacité globale de l'irrigation).

Figure 3 :Evolution des volumes pompés et des débits (Ganguel 2 du 30/6 au 20/9/98).

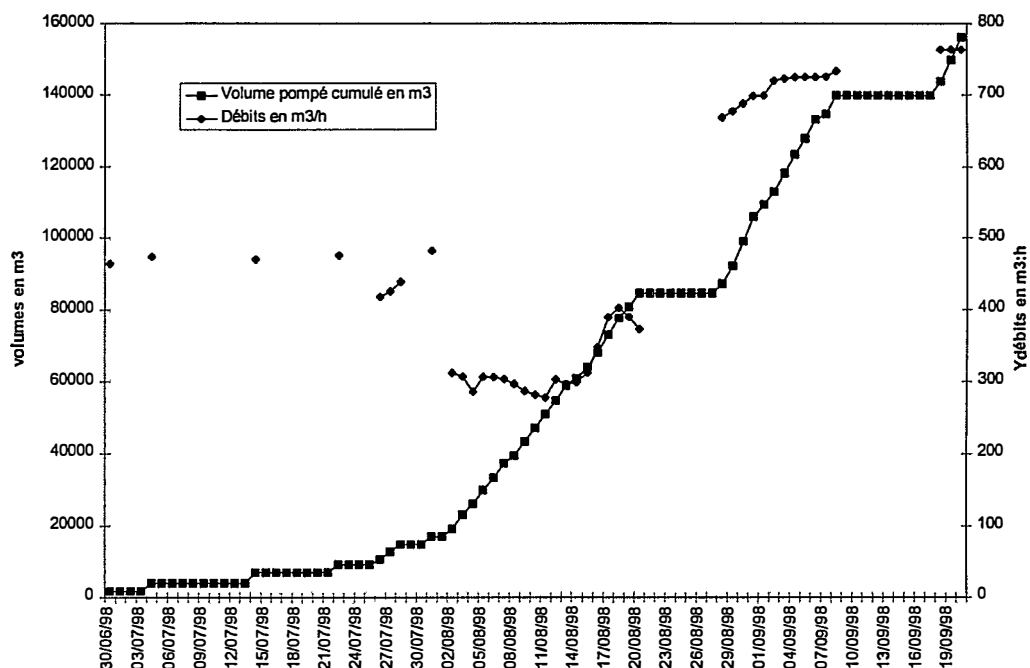
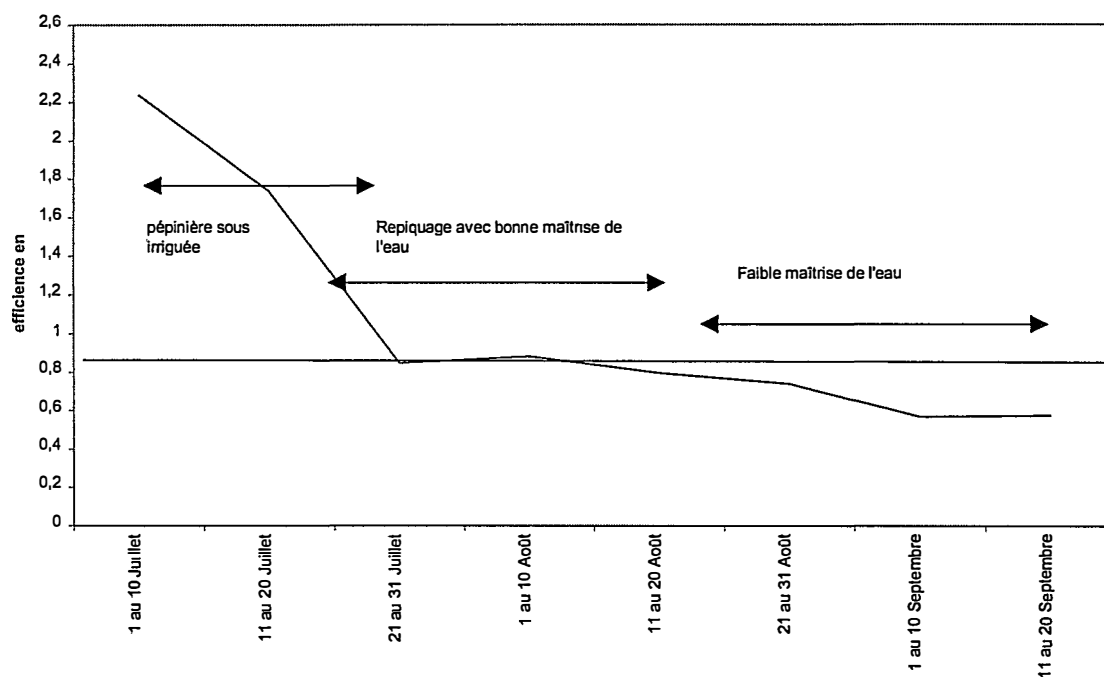


Figure 4 :Evaluation du rapport entre volumes pompés et besoins en eau de référence



On constate (a) que la pépinière est sous irriguée, (b) que lors du repiquage la distribution de l'eau faisant l'objet d'une attention particulière le rapport volume pompé-besoins en eau de référence est bon (de l'ordre de 0,8) mais (b) qu'il diminue fortement (0,7 et 0,6) pour les irrigations suivantes pour lesquelles le tour d'eau est certainement moins respecté. La Figure 1 montre en effet que certaines parcelles reçoivent une nouvelle irrigation alors que d'autres n'ont pas reçu la précédente.

2.4.2 Evaluation de l'efficience de distribution (Ganguel 2).

Le Tableau 2 illustre l'évolution de l'efficience de distribution évaluée en prenant comme hypothèse une lame d'eau de 10 cm en fin d'irrigation et une durée moyenne entre 2 irrigation de 22 jours. Elle tend à montrer :

- ◇ une satisfaction des besoins en eau de la culture assurée malgré un tours d'eau de 22 jours
- ◇ une efficience de distribution acceptable (0,85).
- ◇ une efficacité d'application à la parcelle diminuant au cours des irrigations.

Cette évaluation n'est qu'indicative du fait de la non prise en compte des pluviométries spécifiques au site et ne met pas en évidences de fortes hétérogénéités dues au planage grossier de certaines parcelles..

Tableau 2 : Evaluation de l'efficience du réseau.

	Irrigation de repiquage		1 ère irrigation		2 ème irrigation	
Lame d'eau estimée avant irrigation	-		0		34 mm	
Lame d'eau en fin d'irrigation	100 mm					
Pertes par percolation entre 2 irrigations	44 mm	66 mm	44 mm	66 mm	44 mm	66 mm
ETM de la culture entre 2 irrigations	105 mm					
Pluviométrie moyenne	58 mm		94 mm		126 mm	
Taux de satisfaction des besoins	99%		122%		142%	
Rapport besoins en eau /volume pompé	80 %		70 %		60 %	
Efficience d'application à la parcelle	100 %		82 %		70 %	
Efficience de distribution	80 %		85 %		85 %	

2.5 EVALUATION DES CHARGES D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS ET DU RESEAU.(GANGUEL 2).

2.5.1 Entretien du réseau (Ganguel 2).

L'entretien du réseau (curage général du canal principal et des arroseurs) a été réalisé en 1 journée par l'ensemble des attributaires soit, à raison de 2000 Fcfa/jour, un équivalent financier de 110.000 Fcfa.

2.5.2 Entretien du GMP avant campagne (Ganguel 2).

Le Tableau 3 récapitule les charges d'entretien du GMP au cours des 4 dernières années. Le coût moyen est de l'ordre de 1 100 000 Fcfa par campagne si l'on prend en compte le fait que le périmètre n'a pas été exploité en 1996 et 1997. L'intervention réalisée en 1997 est d'un coût supérieur au devis SAED qui n'était que de 657 324 cfa (+ 15%)

Tableau 3 : Evaluation des frais de réparation du groupe motopompe (Ganguel 2).

Année	Achats pièces détachées	Campagne réalisée
1995	1 000 000 cfa	1
1996	450 000 cfa	-
1997		-
1998	758 350 cfa	1
Coût moyen par campagne (arrondi)	1 100 000 cfa	

2.6 EVALUATION DES FRAIS D'EXPLOITATION DU RESEAU (GUANGUEL 2).

2.6.1 Frais d'entretien courant, lubrifiant et carburant (Ganguel 2).

Les frais d'entretien courant, lubrifiant et carburant s'élèvent pour la période du 1 Juillet au 20 Septembre à 450 000 Fcfa comme indiqué par le Tableau 4.

Tableau 4: Détail des frais d'entretien courant, carburant et lubrifiant (Ganguel 2).

Objet	Quantité	Prix unitaire	Montant
Gas oil	1540,5 litres	265 cfa	408 232 cfa
Lubrifiant Courant	11 litres	1 250 cfa	13 750 cfa
	Vidange 16 litres	1 250 cfa	20 000 cfa
Filtre huile	1 unité	6 000 cfa	6 000 cfa
	Gas oil 1 unité	2 850 cfa	2 850 cfa
Total			450 832 cfa

2.6.2 Rétribution du pompiste et des aiguadiers (Ganguel 2).

La rétribution du pompiste est de 100 000 Fcfa par campagne et les aiguadiers ne sont pas rétribués.

2.6.3 Evaluation des charges d'irrigation par campagne sur le périmètre de Ganguel 2.

L'extrapolation des résultats du suivi de début de campagne à l'ensemble de la campagne a été réalisé en comparant les consommations en carburant de référence pour la période considérée et une même date de semis aux consommations réelles comme indiqué par la formule ci-dessous. Ceci permet de prendre en compte à la fois les besoins en en de la culture et les variations du niveau du fleuve.

$$\text{Cons.est camp} = \text{Cons. mes déb} / \text{Cons ref déb} \times \text{Cons ref camp}$$

avec:

- *Cons.est camp* : consommation estimée pour la campagne.
- *Cons. mes déb* : consommation mesurée en début de campagne 1540 l de gas oil.
- *Cons ref déb* : consommation de référence en début de campagne en litre de gas oil par hectare.
- *Cons ref camp* : consommation de référence pour l'ensemble de la campagne en litre de gas oil par hectare.

Le Tableau 5 illustre les consommations de référence calculées pour une date de semis le 1 juillet et une période de début de campagne allant jusqu'au 20 Septembre.

Tableau 5 : Estimation des besoins en carburant de référence (Ganguel 2).
(litre de gas oil / ha).

année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenn e
Cons.ref camp	108	115	124	113	102	87	101	107	107
Cons ref déb	60	72	80	56	56	48	59	65	62

La consommation en gas oil pour l'ensemble de la campagne a été ainsi estimée à 2660 l et la consommation en lubrifiant, estimée proportionnellement au volume de gas oil, à de l'ordre de 19 litres.

Le Tableau 6 illustre les charges d'irrigation déterminées sur cette base pour l'ensemble de la campagne, soit un montant de l'ordre de **121 500 Fcfa/ha**.

La contribution financière pour la seule année 1998 s'élève à **95 200 Fcfa/ha** (non prises en compte des réparations antérieures et de la main d'œuvre non rémunérée ayant réalisé les travaux d'entretien du réseau).

Tableau 6 : Charges d'irrigation relatives au périmètre de Ganguel 2. (17,2 ha cultivés)

Objet	Montant (cfa)	Montant 1998 (cfa)
Réparation GMP avant campagne	1 100 000 cfa	758 350 cfa
Entretien du réseau	110 000 cfa	pm
Pompiste	100 000 cfa	100 000 cfa
Aiguadiers	pm	pm
Frais de carburant et lubrifiant	778 900 cfa	778 900 cfa
Total	2 088 900 cfa	1 637 250 cfa
Montant / hectare cultivé	121 500 cfa	95 200 cfa

3. PERIMETRE DE BOW 2.

3.1 CARACTERISTIQUES GENERALES (BOW 2).

Le périmètre de BOW2, de type "sommaire endigué" a été créé en 1978. Sa superficie aménagée initialement de 17,6 ha a été portée à 18,4 ha suite à une extension. Il comporte 46 parcelles de 0,4 ha. Il est géré par le GP de Bow 2.

Depuis sa création les gros entretiens du réseau ont consisté en 2 interventions de la SAED au niveau des canaux (profilage) en 1982 et en 1997.

Son GMP est constitué par un Lister HR2 datant de 1978, accouplé à une pompe Guinard montée sur un bac flottant.

Depuis sa création sa mise en valeur a été uniquement rizicole en saison des pluies comme le montre le Tableau 7.

Au cours de la campagne de saison des pluies 1998, 17,6 hectares soient 44 parcelles ont été exploitées en riziculture.

Tableau 7 : Evolution du taux de mis en valeur du périmètre de Bow2 depuis 1990.

	année								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Taux de mise en valeur en riziculture en %	100	100	100	100	0	83,8	77,8	100	97,7

3.2 CALENDRIER DE DEMARRAGE DE LA CAMPAGNE DE SAISON D'HIVERNAGE 1998 SUR L'AMENAGEMENT DE BOW 2.

Le recoupement des fiches de suivi de pompage et de suivi des parcelles permet de reconstituer le calendrier des irrigations comme l'illustre la Figure 5.

Elle montre que pour des pépinières qui ont été respectivement semées le 2/08 et le 12/08, la durée moyenne entre semis et repiquage est de 1 mois.

Le suivi des parcelles montre que la durée moyenne entre le repiquage et la première irrigation est de 22 jours.

3.3 ESTIMATION DES VOLUMES POMPES PAR LE GMP ENTRE LE 20/7/98 ET LE 23/9/98. (Bow 2).

Cette estimation a été faite en prenant en compte les caractéristiques des équipements de pompage, des tuyaux de refoulement et la cote du bassin de dissipation 18,33 m.

Le niveau du fleuve Sénégal a été évalué à partir de la cote du Fleuve à Matam corrigée en fonction de la distance de Bow à Matam comme le montre la Figure 6.

Les volumes pompés entre le 14 juillet et le 21 Septembre ont été estimés à 67 560 m³ pour une durée effective de pompage de 169 h 30mn soit un débit moyen de 399 m³/heure. La Figure 7 illustre la répartition de ces pompages au cours de cette période ainsi que l'évolution des débits.

On notera que pendant l'ensemble de la période considérée le groupe motopompe a fonctionné à plein régime, les différences de débits étant essentiellement imputables aux variations de la cote de l'eau du fleuve.

Figure 5 : Calendrier de réalisation des irrigations sur Bow2 en 1998 (29/8 -23/9)

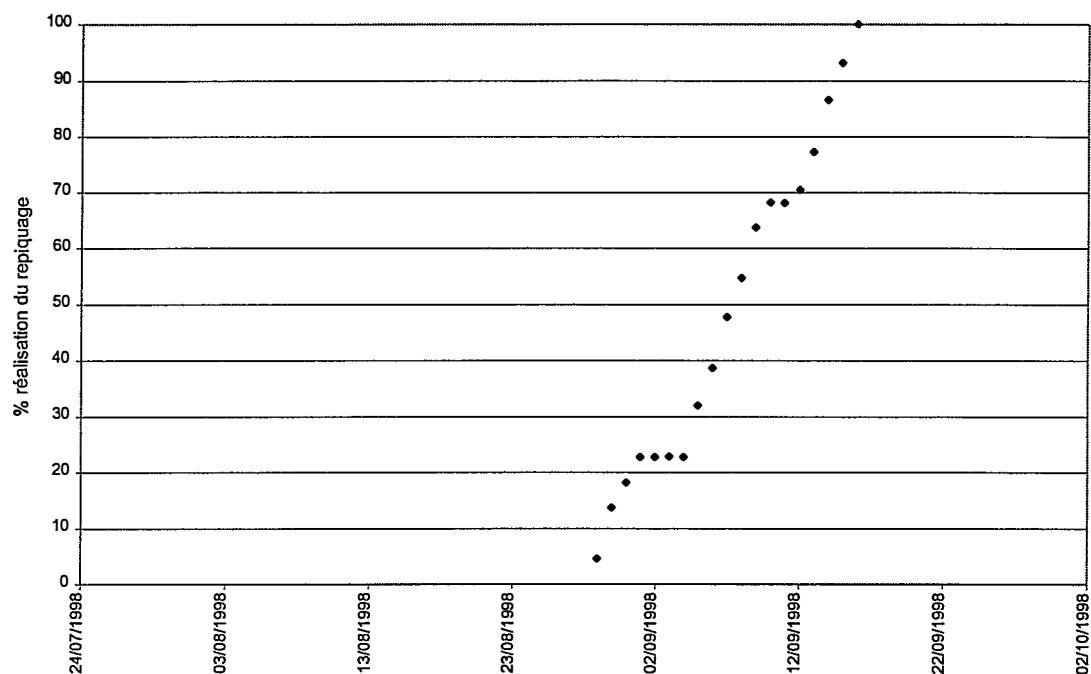


Figure 6: Evaluation de la cote du fleuve à Bow 2 et Thialy2

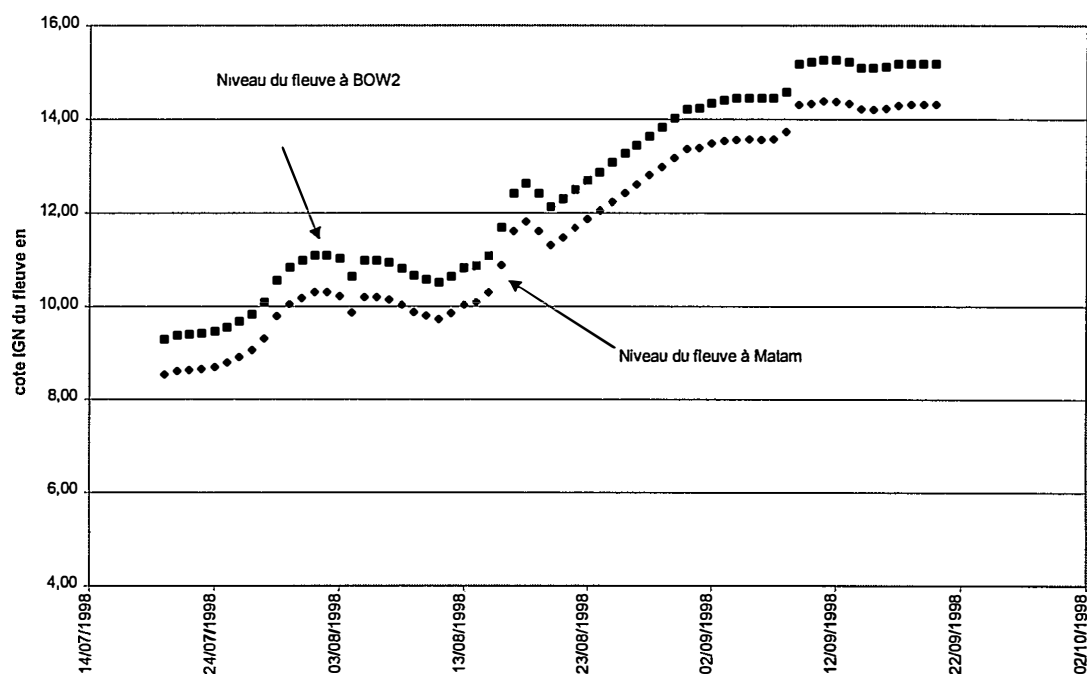
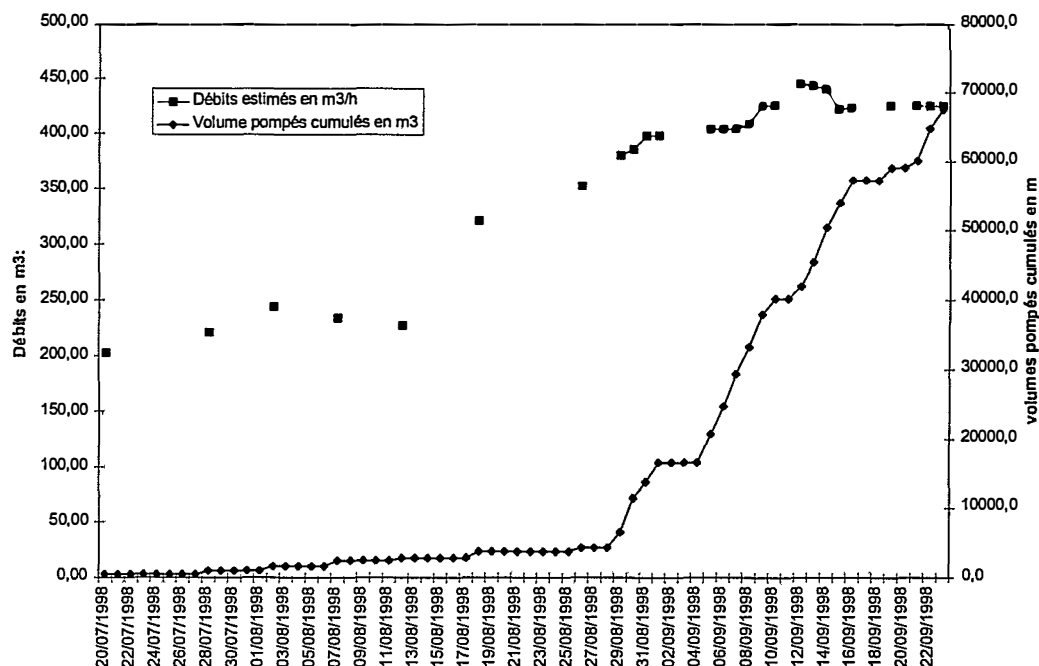


Figure 7 : Evolution des volumes pompés et des débits (Bow 2 du 14/7 au 21/9/98).



3.4 EVALUATION DE L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION (BOW 2).

3.4.1 Evaluation du rapport volume pompé / besoins en eau de référence (Bow 2).

L'estimation des besoins en eau a été effectuée en prenant en compte la pluviométrie de Matam faute de données spécifiques au site étudié.

Le calcul a été effectué en prenant en compte une durée en pépinière de 30 jours conformément aux résultats du suivi.

La comparaison entre besoins en eau de référence calculés décadairement et les volumes d'eau apportée par décade (efficacité globale d'utilisation de l'eau) tend à montrer:

- ◇ une sous irrigation de la pépinière (efficacité supérieure à 1).
- ◇ une efficacité de l'ordre de 0,74 pendant la durée du repiquage.

3.4.2 Evaluation de l'efficacité de distribution (Bow 2).

Le Tableau 8 illustre l'efficacité de distribution évaluée en prenant comme hypothèse une lame d'eau de 10 cm en fin d'irrigation et une durée moyenne entre 2 irrigations de 22 jours. Elle tend à montrer :

- ◇ une satisfaction des besoins en eau de la culture assurée malgré un tour d'eau de 22 jours
- ◇ une efficacité de distribution acceptable 87%.
- ◇ une efficacité d'application à la parcelle de l'ordre de 85%.

Cette évaluation n'est qu'indicative du fait de la non prise en compte des pluviométries spécifiques au site et ne met pas en évidence de fortes hétérogénéités dues au planage grossier de certaines parcelles..

Tableau 8 : Evaluation de l'efficience du réseau.

	Irrigation de repiquage	
Lame d'eau estimée avant irrigation	0 mm	
Lame d'eau en fin d'irrigation	100 mm	
Pertes par percolation entre 2 irrigations	44 mm	66 mm
ETM de la culture entre 2 irrigations	105 mm	
Pluviométrie moyenne	88 mm	
Taux de satisfaction des besoins	126 %	110 %
Rapport besoins en eau /volume pompé	74 %	
Efficience d'application à la parcelle	85 %	
Efficience de distribution	87 %	

3.5 EVALUATION DES CHARGES D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS ET DU RESEAU.(Bow 2).

3.5.1 Entretien du réseau (Bow 2).

L'entretien du réseau (curage général du canal principal et des arroseurs) a été réalisé en 3 journées par l'ensemble des attributaires soit à raison de 2000 Fcfa/jour, un équivalent financier de 264 000 Fcfa.

3.5.2 Entretien du GMP avant campagne (Bow 2).

Le montant des frais d'entretien (pièces détachées) s'élève en 1998 à 27 500 fca alors que la devis diagnostic SAED s'élevait à 247 060 cfa (11%). Cette différence provient de l'acquisition de 2 éléments de pompe récupérés et par le non remplacement des nez d'injecteurs comme recommandé par la SAED.

Le Tableau 9 illustre les frais d'entretien en début de campagne au cours des 4 dernières années qui s'élèvent en moyenne à 80 125 fcfa.

3.5.3 Rétribution du pompiste et des aiguadiers(Bow 2).

La rétribution du pompiste est effectuée en nature à raison de 20 kg de riz paddy par attributaire soit 880 kg par campagne ayant une valeur de l'ordre de 88 000 Fcfa. L'aiguadier n'est pas directement rétribué mais sa participation aux frais de carburant est diminuée.

Tableau 9 : Evaluation des frais de réparation du groupe motopompe (Bow 2).

Année	Achats pièces détachées	Campagne réalisée
1995	27500 cfa*	1
1996	27500 cfa*	1
1997	238 000 fcfa	1
1998	27500 cfa	1
Coût moyen par campagne (arrondi)	80 125 fcfa	

* filtre à air, à huile et huile pour vidange.

3.5.4 Evaluation des charges d'irrigation par campagne sur le périmètre de Ganguel 2.

L'extrapolation des résultats du suivi de début de campagne à l'ensemble de la campagne a été réalisée en prenant en compte les consommations de référence comme pour le cas de Ganguel 2.

Le Tableau 10 illustre les consommation de référence calculées pour une date de semis le 10 Août et une période de début de campagne allant jusqu'au 20 Septembre.

Tableau 10: Estimation des besoins en carburant de référence (Bow 2) (litre de gas oil / ha).

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenn e
Cons.ref camp	139	125	132	144	109	118	126	130	127,9
Cons ref déb	38	38	44	45	33	27	40	28	36,6

La consommation en gas oil pour l'ensemble de la campagne est ainsi estimée à 2498 l et la consommation en lubrifiant, estimée proportionnellement au volume de gas oil, devrait être de l'ordre de 24,5 litres.

Tableau 11 :Charges d'irrigation relatives au périmètre de Bow 2. (17,6 ha cultivés)

Objet	Montant (cfa)	Montant 1998 (cfa)
Réparation GMP avant campagne	80 125 cfa	27 500 cfa
Entretien du réseau	264 000 cfa	Pm
Pompiste	88 000 cfa	Pm
Aiguadiers	pm	Pm
Frais de carburant et lubrifiant	686 600 cfa	686 600 cfa
Total	1 118 725 cfa	714 100 cfa
Montant / hectare cultivé	63 560 cfa	40 570 cfa

Le Tableau 11 illustre les charges d'irrigation déterminées sur cette base pour l'ensemble de la campagne, soit un montant de l'ordre de **63 560 Fcfa/ha**.

La contribution financière des usagers pour la seule année 1998 s'élèverait à **40 570 Fcfa/ha** (non prise en compte des réparations antérieures et de la main d'œuvre non rémunérées ayant réalisé les travaux d'entretien du réseau).

4. PERIMETRE DE THIALY 2.

4.1 CARACTERISTIQUES GENERALES (THIALY 2).

Le périmètre de THIALY 2, de type " sommaire " a été créé en 1978. Sa superficie aménagée initialement de 21 ha a été portée à 22,8 ha suite à une extension. Il comporte 57 parcelles de 0,4 ha. Il est géré par la SV de THIALY 2.

Depuis sa création les gros entretien du réseau ont consisté en 1 seule intervention de la SAED au niveau des canaux (profilage) en 1991.

Son GMP est un constitué par un Hatz 2 cylindre type 2M40H acquis en 1992, accouplé à une pompe GFD type M6.8 montés sur un bac flottant.

Depuis sa création sa mise en valeur a été uniquement rizicole en saison des pluies comme le montre le Tableau 12.

Au cours de la campagne de saison des pluies 1998, 22,8 hectares soient 57 parcelles ont été exploitées en riziculture.

Tableau 12: Evolution du taux de mis en valeur du périmètre de THIALY2 depuis 1990.

	année								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Taux de mise en valeur en riziculture en %	-	100	100	100	61,9	52,38	81	100	100

4.2 CALENDRIER DE DEMARRAGE DE LA CAMPAGNE DE SAISON D'HIVERNAGE 1998 SUR L'AMENAGEMENT DE THIALY 2.

Le recoupement des fiches de suivi de pompage et de suivi des parcelles permet de reconstituer le calendrier des irrigations comme l'illustre la Figure 8.

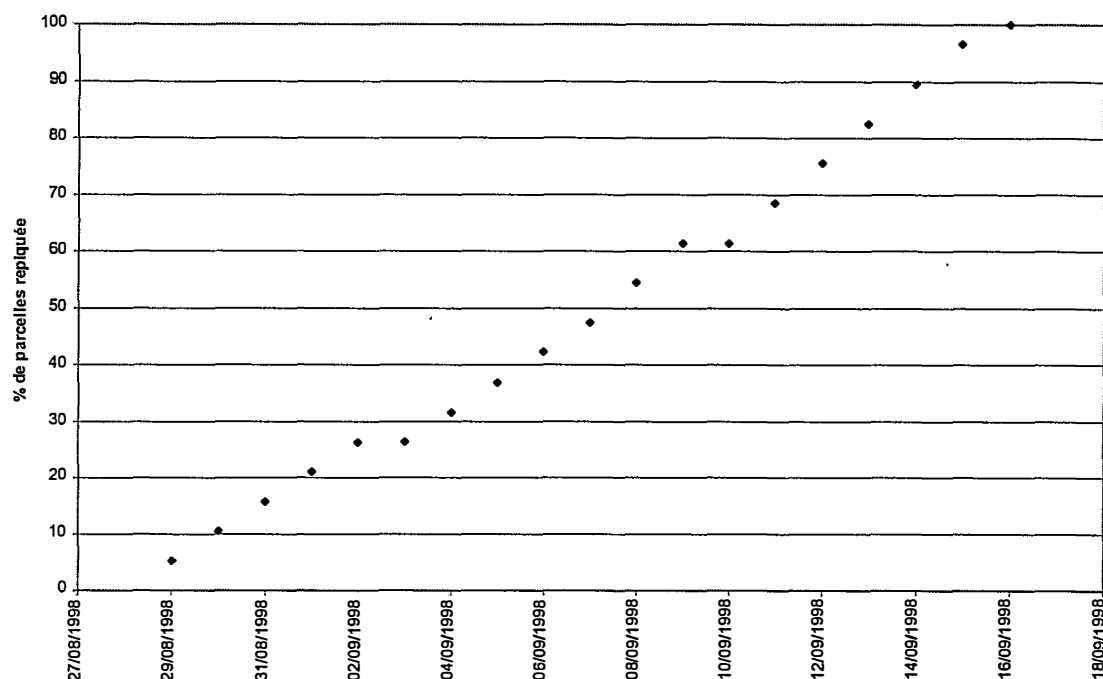
Elle montre que pour des pépinières qui ont été respectivement semées le 7/07, le 13/07 et le 20/07 , la durée moyenne entre semis et repiquage est de 40 jours.

On notera que la régularité de l'augmentation des surfaces repiquées montre une bonne organisation du chantier malgré le retard au repiquage.

4.3 ESTIMATION DES VOLUMES POMPES PAR LE GMP ENTRE LE 20/7/98 ET LE 23/9/98. (THIALY 2)

Cette estimation a été faite en prenant en compte les caractéristiques des équipements de pompage, tuyaux de refoulement et de la cote du bassin de dissipation 19,07 m.

Figure 8 : Calendrier de réalisation des irrigations sur THIALY2 en 1998 (27/08 -16/09)



Le niveau du fleuve Sénégal a été évalué à partir de la cote du Fleuve à Matam corrigée en fonction de la distance de THIALY à Matam comme le montre la Figure 6.

Les volumes pompés entre le 14 juillet et le 21 Septembre sont estimés à 69 716 m³ pour une durée effective de pompage de 215 h 40mn soit un débit moyen de 323 m³/heure. La Figure 9 illustre la répartition de ces pompages au cours de cette période ainsi que l'évolution des débits par pompage.

On notera que pendant la période du repiquage la puissance du groupe a été limité à environ 80% de sa puissance limitant le débit à une moyenne de 350 m³/h malgré la diminution de la HMT du fait de la crue du fleuve.

4.4 EVALUATION DE L'EFFICIENCE GLOBALE DE L'IRRIGATION (THIALY 2).

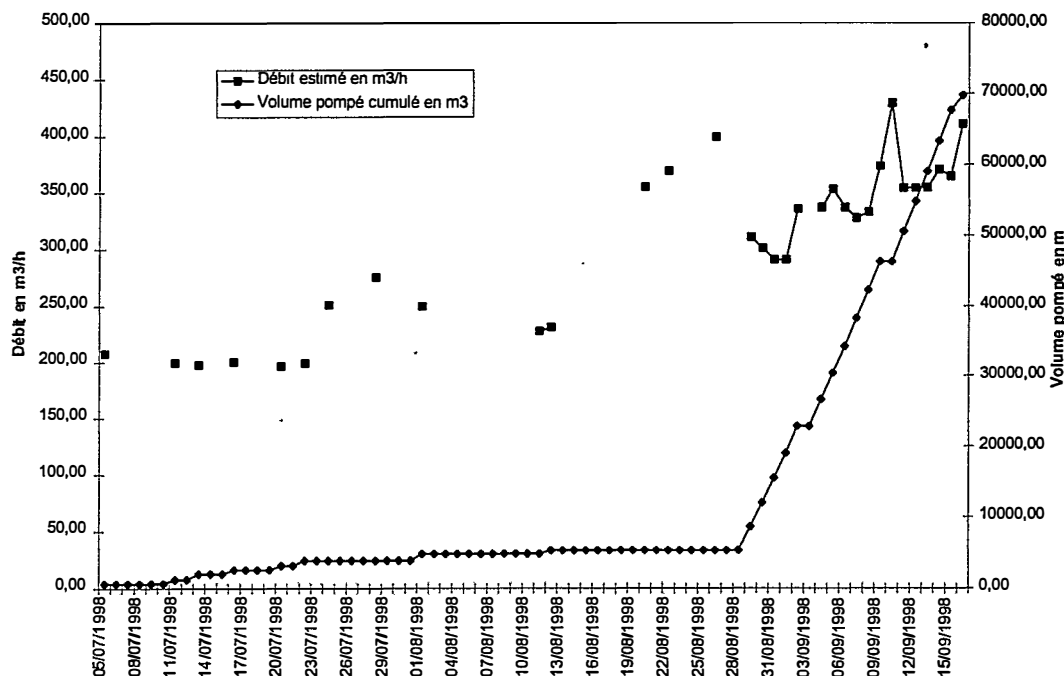
L'estimation des besoins en eau a été effectuée en prenant en compte la pluviométrie de Matam faute de données spécifique au site étudié.

Le calcul a été réalisé en prenant en compte une durée en pépinière de 40 jours conformément aux résultats du suivi.

La comparaison entre besoins en eau de référence calculés décadairement et les volumes d'eau apportée par décade (efficacité globale d'utilisation de l'eau) tend à montrer :

- ◊ une sur-irrigation de la pépinière (efficacité de l'ordre de 0,25).
- ◊ une sous irrigation lors du repiquage (15%), certainement compensée par le fait que le sol, du fait du repiquage tardif a déjà été humecté par les pluies..

Figure 9: Evolution des volumes pompés et des débits (THIALY 2 du 06/07 au 16/09/98).



4.5 EVALUATION DES CHARGES D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS ET DU RESEAU. (THIALY 2).

4.5.1 Entretien du réseau (THIALY 2).

L'entretien du réseau (curage général du canal principal et des arroseurs), dont les fiches d'enquête ne relève pas la réalisation, a été estimé à 3 journées de travail pour l'ensemble des attributaires soit à raison de 2000 Fcfa/jour, un équivalent financier de 161 000 Fcfa.

4.5.2 Entretien du GMP avant campagne (THIALY 2).

Le montant des frais d'entretien (pièces détachées) s'élève en 1998 à 27 500 Fcfa ce qui correspond à une vidange et au changement des filtres à huile et à gas oil.

Le Tableau 13 illustre les frais d'entretien en début de campagne au cours des 4 dernières années qui s'élèvent en moyenne à 27 500 fcfa.

4.5.3 Rétribution du pompiste.

La rétribution du pompiste est effectuée en nature à raison de 18 kg par attributaire soit 1026 kg ayant une valeur de l'ordre de 102 600 Fcfa par campagne.

4.6 EVALUATION DES CHARGES D'IRRIGATION PAR CAMPAGNE SUR LE PERIMETRE DE THIALY 2.

L'extrapolation des résultats du suivi de début de campagne à l'ensemble de la campagne a été réalisée en prenant en compte les consommations de référence comme pour le cas de Ganguel 2.

Tableau 13 : Evaluation des frais de réparation du groupe motopompe (THIALY 2).

Année	Achats pièces détachées	Campagne réalisée
1995	27 500 cfa*	1
1996	27 500 cfa*	1
1997	27 500 cfa*	1
1998	27 500 cfa	1
Coût moyen par campagne (arrondi)	27 500 fcfa	

* filtre à air, à huile et huile pour vidange.

Le Tableau 14 illustre les consommations de référence calculées pour une date de semis au cours de la deuxième décade de Juillet 10 Août et une période de début de campagne allant jusqu'au 20 Septembre.

Tableau 14: Estimation des besoins en carburant de référence (THIALY 2)
(litre de gas oil / ha).

année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenn e
Cons.ref camp	113	113	128	124	102	96	105	110	111
Cons ref déb	58	70	86	71	59	53	64	59	65

La consommation en gas oil pour l'ensemble de la campagne est ainsi estimée à 1763 l et la consommation en lubrifiant estimée proportionnellement au volume de gas oil devraient être de l'ordre de 18 litres. Du fait de la sous irrigation constatée lors du repiquage, l'estimation des besoins en carburant prise en compte a été augmentée de 40 % pour tenir compte de ce facteur et d'une efficacité de l'ordre de 80%, soit une consommation sur la campagne estimée à 2150 litres de gas oil et une consommation d'huile 21 litres.

Le Tableau 15 illustre les charges d'irrigation déterminées sur cette base pour l'ensemble de la campagne, soit un montant de l'ordre de **38 908 cfa/ha**.

La contribution financière des usagers pour la seule année 1998 s'élève à **27 300 cfa/ha** (non prise en compte des réparations antérieures et de la main d'oeuvre non rémunérée ayant réalisé les travaux d'entretien du réseau).

Il est à remarquer que ces faibles charges d'irrigation sont essentiellement due à la durée extrêmement longue de la pépinière qui ne sera pas sans de graves conséquences sur le rendement final.

Tableau 15 :Charges d'irrigation relatives au périmètre de THIALY 2. (22,8 ha cultivés)

Objet	Montant (cfa)	Montant 1998 (cfa)
Réparation GMP avant campagne	27 500 fcfa	27 500 fcfa
Entretien du réseau	161 000 fcfa	
Pompiste	102 600 fcfa	
Aiguadiers		
Frais de carburant et lubrifiant	596 000 fcfa	596 000 fcfa
Total	887 100 cfa	623 500 cfa
Montant / hectare cultivé	38 908 cfa	27 346 cfa

5. PERIMETRE DE PIVREM GOURIKI COLIABE.

5.1 CARACTERISTIQUES GENERALES (GOURIKI COLIABE PIVREM).

Le périmètre de GOURIKI PIVREM, de type “ sommaire ” n’a été opérationnel qu’en 1995. Sa superficie aménagée est de 15 ha. Il comporte 30 parcelles de 0,5 ha dont seules 15 sont rizicultivables. Il est géré par le GIE de GOURIKI PIVREM hommes.

Son GMP est un constitué par un Hatz 3 cylindres type 3 M40H accouplé à une pompe KSB type étanorm 150/200 montés sur un bac flottant.

5.2 CALENDRIER DE DEMARRAGE DE LA CAMPAGNE DE SAISON D’HIVERNAGE 1998 SUR L’AMENAGEMENT DE GOURIKI PIVREM.

Le recoupement des fiches de suivi de pompage et de suivi des parcelles permet de reconstituer le calendrier des irrigations comme l’illustre la Figure 10.

Elle montre que pour des pépinières qui ont été respectivement semées le 26/07, le 30/07 et le 04/08 , la durée moyenne entre semis et repiquage est de 40 jours.

Ce repiquage tardif est du à un enherbement excessif des parcelles qui ont dues être nettoyées avant le repiquage. Ce développement important de l’enherbement a été le fait d’importantes pluies de fin juillet et début Août..

5.3 ESTIMATION DES VOLUMES POMPES PAR LE GMP ENTRE LE 30/7/98 ET LE 24/09/98. (GOURIKI PIVREM).

Cette estimation a été faite en prenant en compte les caractéristiques des équipements de pompage, des tuyaux de refoulement, la cote du bassin de dissipation 18,03 m et ses caractéristiques (différence entre cote d’arrivée de l’eau et son niveau dans la bassin de dissipation 0,4 m).

Le niveau du fleuve Sénégal a été évalué à partir de la cote du Fleuve à Matam corrigée en fonction de la distance de Gouriki à Matam comme le montre la Figure 11.

Les volumes pompés entre le 30 juillet et le 24 Septembre sont estimés à 78 025 m³ pour une durée effective de pompage de 239 h 30mn soit un débit moyen de 326 m³/heure. La Figure 12 illustre la répartition de ces pompages au cours de cette période ainsi que l'évolution des débits par pompage.

Figure 10: Calendrier de réalisation des irrigations sur le PIVREM Gouriki Coliabé en 1998
(01/09 -17/09)

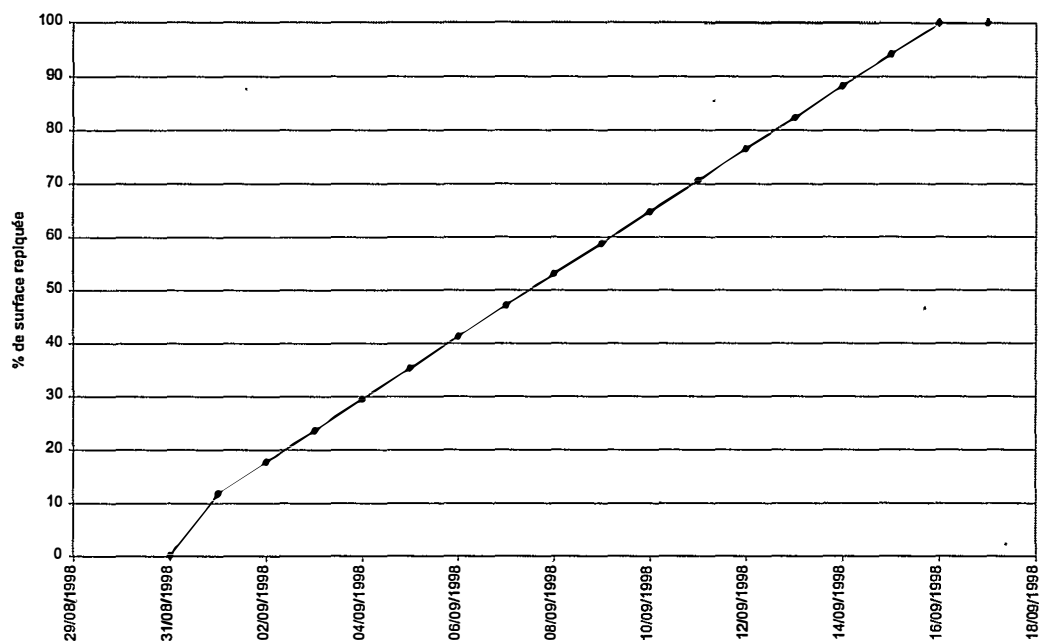


Figure 11 : Evaluation de la cote du niveau du Fleuve à Gouriki.

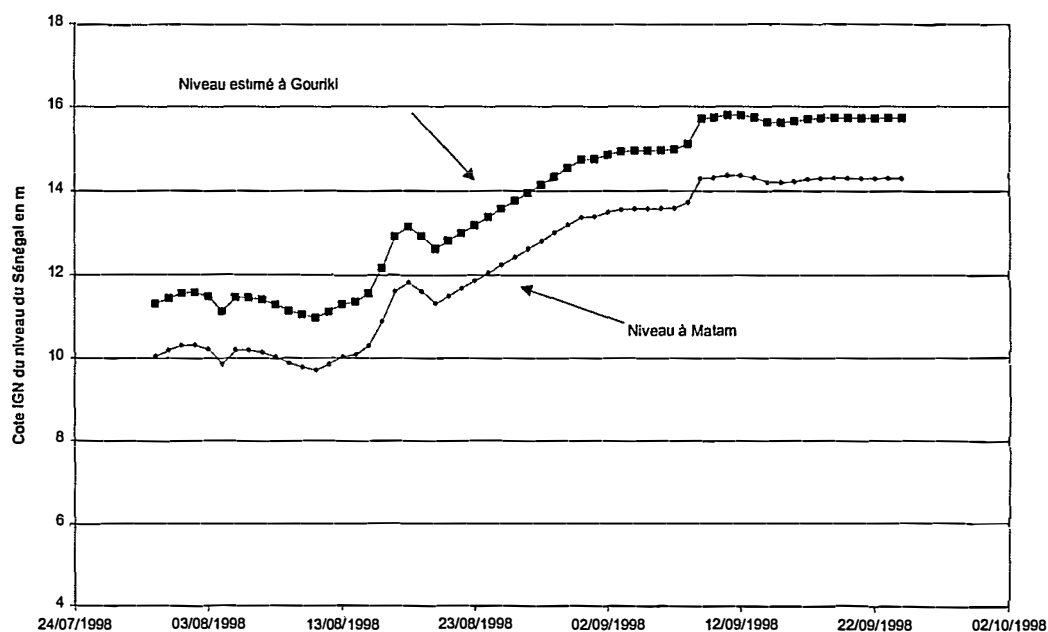
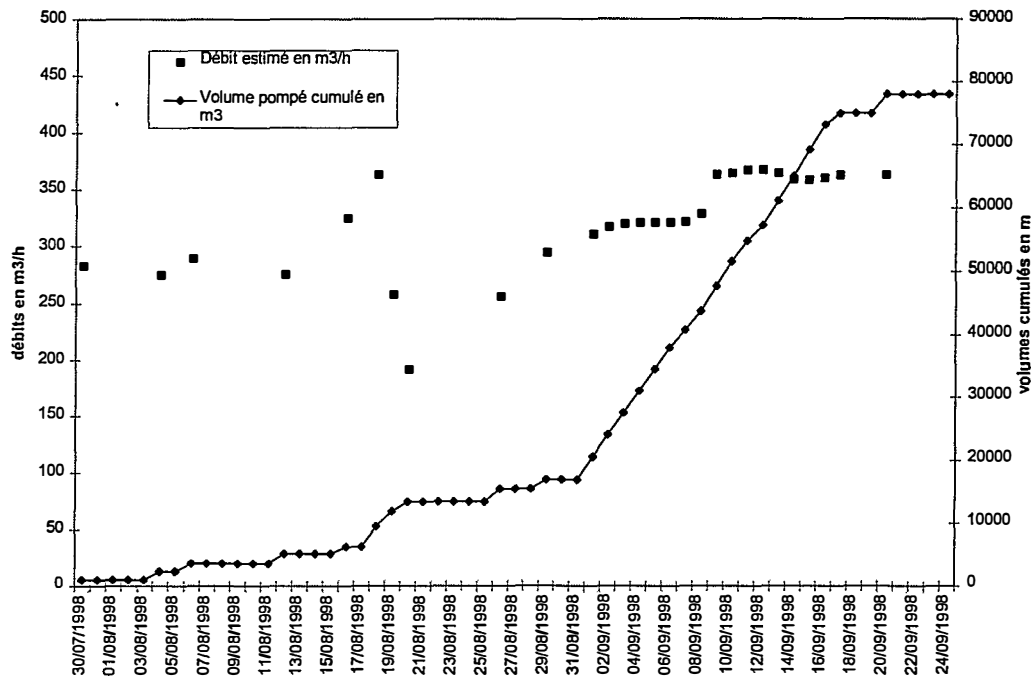


Figure 12: Evolution des volumes pompés et des débits (GOURIKI PIVREM du 30/07 au 24/09/98).



On notera que l'analyse des consommations de carburant tend à montrer que la puissance du GMP a été limitée à plus de 60% de sa puissance, ce qui explique les faibles débits. Cette pratique est certainement à mettre en relation avec les nombreux arrêts pour brèche du canal principal qui ont nécessité de limiter le débit.

5.4 EVALUATION DE L'EFFICACITÉ DE L'IRRIGATION (GOURIKI PIVREM).

L'estimation des besoins en eau a été effectuée en prenant en compte la pluviométrie de Matam faute de données spécifiques au site étudié.

Le calcul a été effectué en prenant en compte une durée en pépinière de 40 jours conformément aux résultats du suivi.

La comparaison entre besoins en eau de référence calculés décadairement et les volumes d'eau apportés par décade (efficacité globale d'utilisation de l'eau) tend à montrer :

- ◇ une sur-irrigation de la pépinière (efficacité de l'ordre de 0,6) en tenant compte d'une surface de pépinière de 1 ha comme indiqué par l'enquête de suivi.
- ◇ une très faible efficacité globale (**30%**) lors du repiquage certainement due au très mauvais planage des parcelles. Ce chiffre a été obtenu en déduisant les volumes pompés pour le PIVREM -femmes.

5.5 EVALUATION DES CHARGES D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS ET DU RESEAU.(GOURIKI COLIABE PIVREM).

5.5.1 Entretien du réseau (GOURIKI PIVREM).

L'entretien du réseau (curage général du canal principal et des arroseurs) a été réalisé en 3 jours de travail par l'ensemble des attributaires soit à raison de 2000 Fcfa/jour, un équivalent financier de 180 000 Fcfa.

Un renforcement des cavaliers du canal d'amenée a été réalisé grâce à l'intervention d'un tracto-pelle (3 jours) soit 720 000 cfa à raison de 30 000 cfa de l'heure de location de l'engin. Cette intervention a été prise en charge par le projet. Ce coût d'intervention a été réparti sur 4 ans soit 180 000 cfa/an.

5.5.2 Entretien du GMP avant campagne (GOURIKI Coliabé PIVREM).

Le montant des frais d'entretien (pièces détachées) s'élève en 1998 à 27 500 fca qui correspond à une vidange et au changement des filtres à huile et à gas oil.

Le Tableau 16 illustre les frais d'entretien en début de campagne au cours des 3 dernières années qui s'élèvent en moyenne à 42 700 fcfa.

Tableau 16 : Evaluation des frais de réparation du groupe motopompe (GOURIKI PIVREM).

Année	Achats pièces détachées	Campagne réalisée
1995		
1996	73 000 cfa*	1
1997	27 500 cfa*	1
1998	27 500 cfa	1
Coût moyen par campagne (arrondi)	42 700 fcfa	

* filtre à air, à huile et huile pour vidange.

5.5.3 Rétribution du pompiste.

La gestion du GMP est assurée par 3 pompistes rétribués 37 500 cfa chacun par campagne, soit un montant de 112 500 Fcfa par campagne. Un aiguadier servant aussi de gardien organise la distribution de l'eau aux parcelles et l'irrigation des pépinières pour une rétribution de 30 000 cfa par campagne.

5.6 EVALUATION DES CHARGES D'IRRIGATION PAR CAMPAGNE SUR LE PERIMETRE DE GOURIKI PIVREM.

L'extrapolation des résultats du suivi de début de campagne à l'ensemble de la campagne a été réalisée en prenant en compte les consommations de référence comme pour le cas de Ganguel 2.

Le Tableau 17 illustre les consommations de référence calculées pour une date de semis la première décade de Août et une période de début de campagne allant jusqu'au 20 Septembre.

Tableau 17: Estimation des besoins en carburant de référence (GOURIKI PIVREM)
(litre de gas oil / ha).

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenn e
Cons.ref camp	108	115	124	113	102	87	101	107	107
Cons ref déb	88	98	86	76	73	59	76	73	78

Pour une consommation en début de campagne de 525 litres de gas oil, la consommation en gas oil pour l'ensemble de la campagne est ainsi estimée à 720 l et la consommation en lubrifiant estimée proportionnellement au volume de gas oil devrait être de l'ordre de 7 litres.

Le Tableau 18 illustre les charges d'irrigation déterminées sur cette base pour l'ensemble de la campagne, soit un montant de l'ordre de **128 100 cfa/ha**.

La contribution financière des usagers pour la seule année 1998 s'élève à **78 100 cfa/ha** (non prises en compte des réparations antérieures, la main d'œuvre non rémunérée ayant réalisé les travaux d'entretien du réseau et l'intervention d'un tracto-pelle). Ce fort montant est essentiellement explicable par la faible efficacité de l'irrigation et aux charges de pompiste et aiguadier qui ne sont réparties que sur la moitié du périmètre.

Tableau 18 :Charges d'irrigation relatives au périmètre de GOURIKI PIVREM. (7,5 ha cultivés)

Objet	Montant (cfa)	Montant 1998 (cfa)
Réparation GMP avant campagne	42 700 cfa	27 500 cfa
Entretien du réseau	360 000 cfa	
Pompiste	112 500 cfa	112 500 cfa
Aiguadiers	30 000 cfa	30 000 cfa
Frais de carburant et lubrifiant	415 800 cfa	415 800 cfa
Total	961 000 cfa	585 800 cfa
Montant / hectare cultivé	128 133 cfa	78 106 cfa

6. PERIMETRE DE DEMBE 4.

6.1 CARACTERISTIQUES GENERALES (DEMBE 4).

Le périmètre de Dembé 4, de type " sommaire " a été créé en 1982. Sa superficie aménagée initialement de 28,39 ha a été augmentée d'un hectare. Il comporte 34 parcelles de 0,80 ha. Il est géré par la SV Dembé 4.

Son GMP est un constitué par un VM 3 cylindres accouplé à une pompe AGIP montés sur un bac flottant qui a été acquis par le groupement en 1997 pour un montant de 4 000 000 cfa. Contrairement aux précédents aménagements la source d'eau est le Diamel.

Depuis sa création sa mise en valeur a été uniquement rizicole en saison des pluies comme le montre le Tableau 19. Les non mises en cultures en 1995 et 199- étaient dues à des non remboursement d'arriérés de crédit.

Au cours de la campagne de saison des pluies 1998, 28,2 hectares soient 34 parcelles ont été exploitées en riziculture.

Tableau 19 : Evolution du taux de mis en valeur du périmètre de DEMBE 4 depuis 1990.

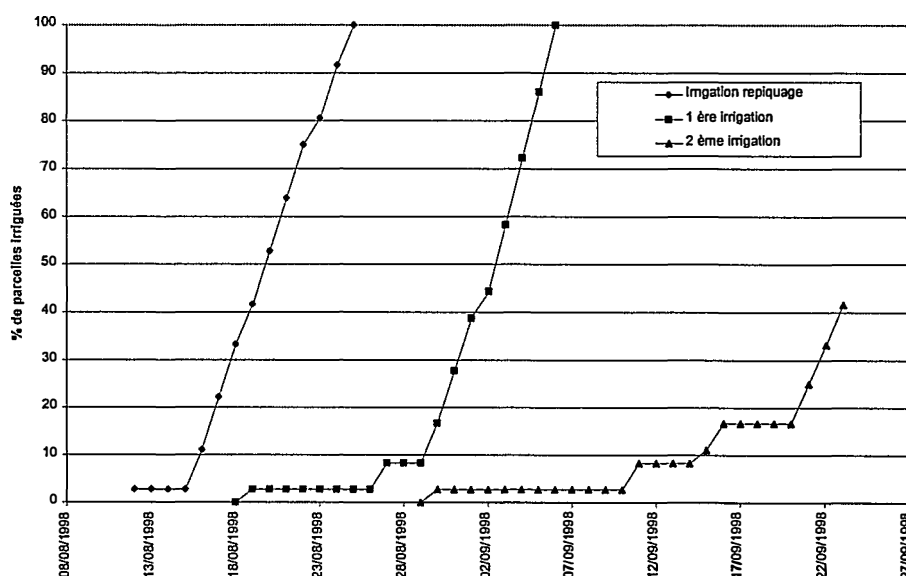
	Année								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Taux de mise en valeur en riziculture en %	0,61	0,61	0	0,54	0,54	0	0	0,72	1

6.2 CALENDRIER DE DEMARRAGE DE LA CAMPAGNE DE SAISON D'HIVERNAGE 1998 SUR L'AMENAGEMENT DE DEMBE 4.

Le recoupement des fiches de suivi de pompage et de suivi des parcelles permet de reconstituer le calendrier des irrigations comme l'illustre la Figure 13.

On notera que la durée entre l'irrigation de repiquage et la première irrigation n'est que de 15 jours.

Figure 13 : Calendrier de réalisation des irrigations sur le périmètre de DEMBE 4 en 1998 (12/08 -23/09)



6.3 ESTIMATION DES VOLUMES POMPES PAR LE GMP ENTRE LE 12/08/98 ET LE 23/09/98. (DEMBE 4).

Cette estimation a été faite en prenant en compte les caractéristiques des équipements de pompage, du tuyau de refoulement et la cote du bassin de dissipation 14,67 m.

Le niveau du Diamel a été évalué à partir de la cote mesurée à la station de pompage de Ndouloumadji. La Figure 14 illustre les valeurs du niveau d'eau prises en compte.

Les volumes pompés entre le 12 Août et le 23 Septembre sont estimés à 81 705 m³ pour une durée effective de pompage de 269 h soit un débit moyen de 303 m³/heure. La Figure 15 illustre la répartition de ces pompages au cours de cette période ainsi que l'évolution des débits par pompage.

On notera que l'analyse des consommations de carburant tend à montrer que la puissance du GMP a été limitée à plus de 60% de sa puissance au cors du repiquage et à 80% de sa puissance maximale par la suite ce qui explique les faibles débits. Cette pratique est certainement à mettre en relation avec les nombreux arrêts pour brèche du canal principal qui ont nécessité de limiter le débit.

Figure 14 : Evaluation de la cote du niveau du Diamel au niveau de la station de pompage de Ndouloumadji.

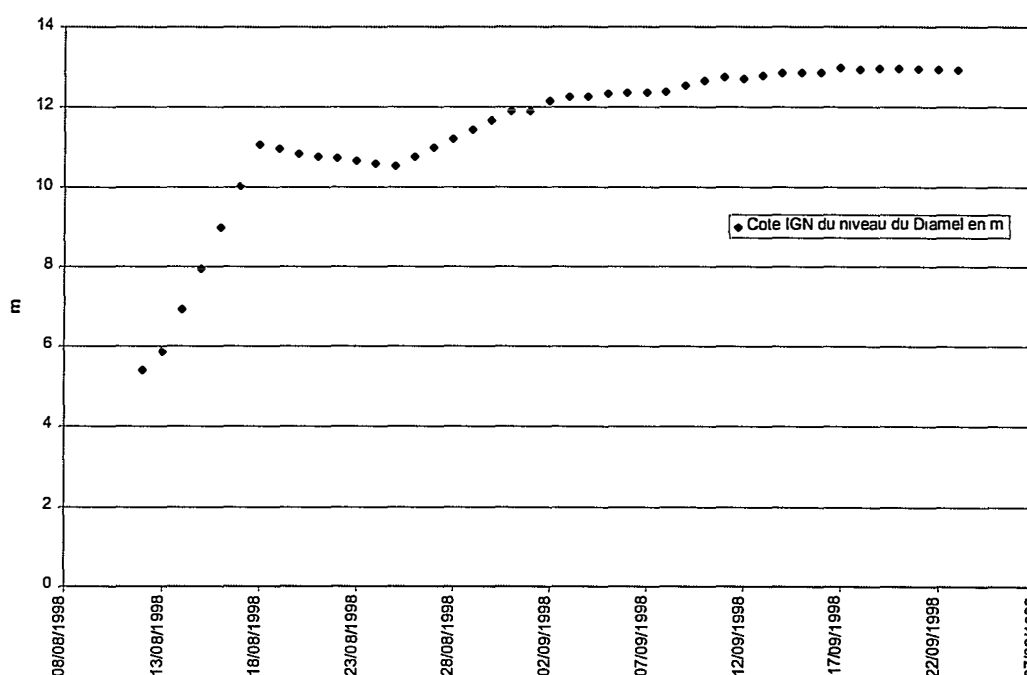
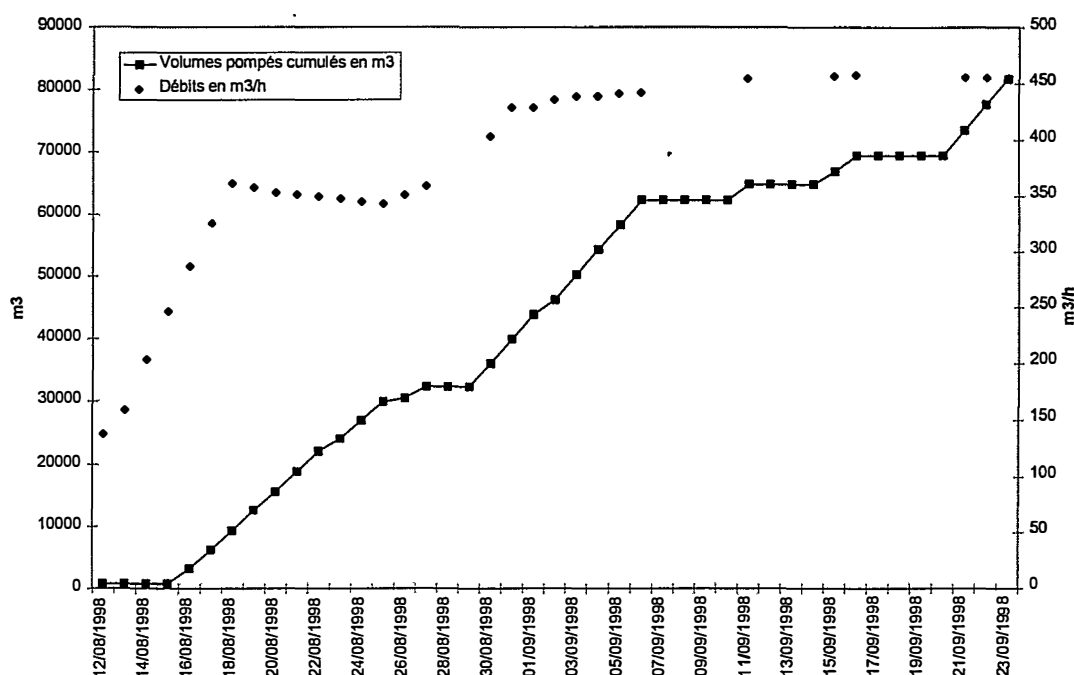


Figure 15: Evolution des volumes pompés et des débits (DEMBE 4 du 12/08 au 23/09/98).



6.4 EVALUATION DE L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION (DEMBE 4).

L'estimation des besoins en eau a été effectuée en prenant en compte la pluviométrie de Matam faute de données spécifiques au site étudié.

Le calcul a été effectué en prenant en compte une durée en pépinière de 30 jours.

La comparaison entre besoins en eau de référence calculés décadairement et les volumes d'eau apportés par décade (efficacité globale d'utilisation de l'eau) tend à montrer une efficacité globale de l'irrigation de 0,8 si l'on prend en compte les pluviométries antérieures au repiquage, alors que sur la seule période considérée l'apport ne représente que 90% des besoins.

6.5 EVALUATION DES CHARGES D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS ET DU RESEAU.(DEMBE 4).

6.5.1 Entretien du réseau (DEMBE 4).

Aucun entretien systématique du réseau avant campagne n'a été réalisé avant la campagne 1998. Depuis sa création le réseau de l'aménagement a été successivement recalibré en 1990 par l'opération Matam III et en 1996 par la SAED.

De fréquentes brèches du canal principal sont néanmoins à noter en cours de campagne.

6.5.2 ' Entretien du GMP avant campagne (DEMBE 4).

En 1998 les seuls frais d'entretien engagés concernent une vidange du moteur sans changement des filtres à huile et à air.

On notera qu'un nouveau groupe motopompe a été acquis en 1997 pour un montant de 4.000.000 cfa, soit sur 5 ans une charge moyenne de 800 000 Fcfa/an.

Le Tableau 20 illustre les frais d'entretien et de renouvellement du matériel en début de campagne au cours des 3 dernières années qui s'élèvent en moyenne à 804 500 fcfa.

Tableau 20 : Evaluation des frais de réparation du groupe motopompe (DEMBE 4).

Année	Achats pièces détachées	Campagne réalisée
1995		
1996		
1997	800 000 cfa*	1
1998	809 000 cfa	1
Coût moyen par campagne (arrondi)	804 500 fcfa	

6.5.3 Rétribution du pompiste.

La gestion du GMP est assurée par 1 pompiste rétribué 35 000 cfa chacun par campagne, soit un montant de 140 000 Fcfa par campagne.

6.6 EVALUATION DES CHARGES D'IRRIGATION PAR CAMPAGNE SUR LE PERIMETRE DE DEMBE 4.

L'extrapolation des résultats du suivi de début de campagne à l'ensemble de la campagne a été réalisée en prenant en compte les consommations de référence comme pour le cas de Ganguel 2 dans la mesure où le niveau du Diamel est étroitement corrélé à celui du Sénégal.

Le Tableau 21 illustre les consommation de références calculées pour une date de semis la troisième décennie de Juillet et une période de début de campagne allant jusqu'au 20 Septembre.

Tableau 21: Estimation des besoins en carburant de référence (DEMBE 4)
(litre de gas oil / ha).

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenn e
Cons.ref camp	113	113	128	124	102	96	105	110	111
Cons ref déb	50	57	71	54	45	44	50	53	53

Pour une consommation en début de campagne de 750 litres de gas oil et 5 litres d'huile, la consommation en gas oil pour l'ensemble de la campagne est ainsi estimée à 1890 l et la consommation en lubrifiant estimée proportionnellement au volume de gas oil devraient être de l'ordre de 12 litres. Ce calcul a pris en compte l'efficacité du réseau et la sous irrigation en début de campagne du à l'humectation du sol par les pluies.

Le Tableau 22 illustre les charges d'irrigation déterminées sur cette base pour l'ensemble de la campagne, soit un montant de l'ordre de **51 800 Fcfa/ha**.

La contribution financière des usagers pour la seule année 1998 s'élève à **23 600 cfa/ha** (non prises en compte des réparations antérieures ou acquisition de GMP).

Tableau 22 : Charges d'irrigation relatives au périmètre de DEMBE 4. (28,2 ha cultivés)

Objet	Montant (cfa)	Montant 1998 (cfa)
Réparation GMP avant campagne	804 500 cfa	9 000 cfa
Entretien du réseau		
Pompiste	140 000 cfa	140 000 cfa
Aiguadiers		
Frais de carburant et lubrifiant	515 850 cfa	515 850 cfa
Total	1 460 350 cfa	664 850 cfa
Montant / hectare cultivé	51 785 cfa	23 576 cfa

7. PERIMETRE DE NDOULOUMADJI UAI A7.

7.1 CARACTERISTIQUES GENERALES (UAI A7).

L'UAI A7 est représentative du type d'aménagement intermédiaire. Au lieu de pomper directement dans le Diamel, son GMP pompe dans un chenal alimenté en eau par une station de pompage électrique pompant dans le Dioulol. L'aménagement a été créé en 1990 dans le cadre du programme MATAM III. Sa superficie aménagée initialement de 20,3 ha. Il comporte 24 parcelles de 0,85 ha. Il est géré par le GIE BUURAL Dembé.

Son GMP est constitué par un HR2 Peter 2 cylindres accouplé à une pompe Guinard NOR 20-20 installés au bord du chenal d'alimentation.

Depuis sa création sa mise en valeur a été uniquement rizicole en saison des pluies comme le montre le Tableau 23..

Au cours de la campagne de saison des pluies 1998, 19,4 hectares soient 23 parcelles ont été exploitées en riziculture.

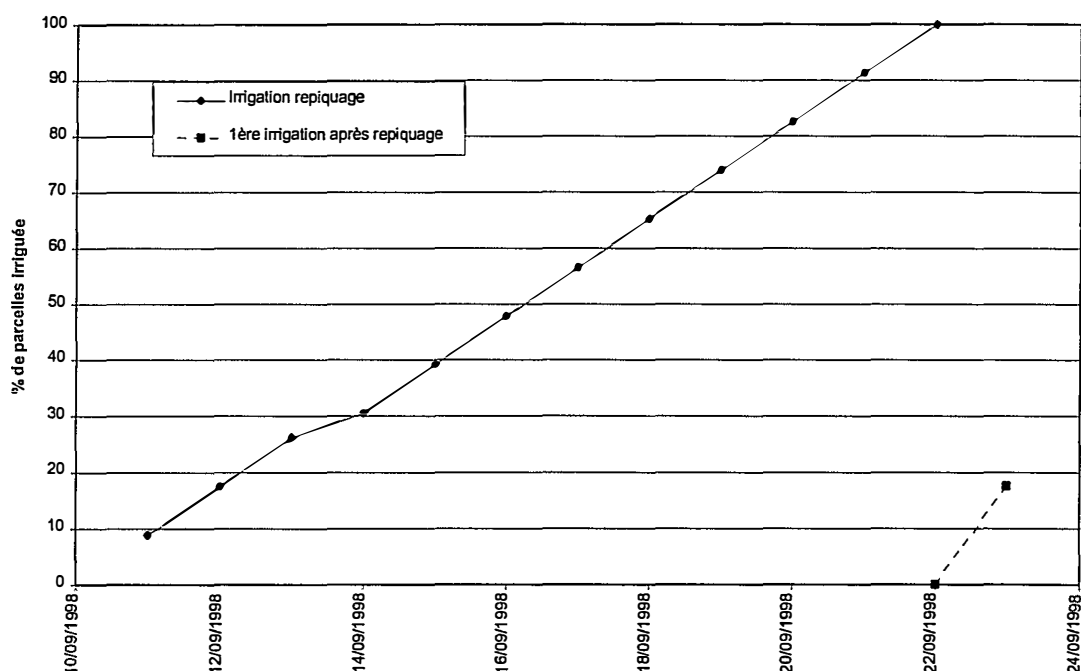
Tableau 23 : Evolution du taux de mis en valeur de l'UAI A7 de Ndouloumadji depuis 1990.

	année								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Taux de mise en valeur en riziculture en %	100	100	100	100	70	0	70	0	90

7.2 CALENDRIER DE DEMARRAGE DE LA CAMPAGNE DE SAISON D'HIVERNAGE 1998 SUR L'UAI A7 DE NDOULOUMADJI.

Le recoupement des fiches de suivi de pompage et de suivi des parcelles permet de reconstituer le calendrier des irrigations comme l'illustre la Figure 16.

Figure 16: Calendrier de réalisation des irrigations sur l'UAI A7 de Ndouloumadji du 11/09 au 23/09 1998



7.3 ESTIMATION DES VOLUMES POMPES PAR LE GMP ENTRE LE 11/09/98 ET LE 23/09/98. (UAI A7).

Cette estimation a été faite en prenant en compte les caractéristiques des équipements de pompage, des tuyaux de refoulement et de la cote et les caractéristiques du bassin de dissipation, cote 14,44 m. et une arrivée de l'eau dans le bassin de dissipation noyée (0,2 m).

Le niveau de l'eau dans le chenal d'alimentation a été évalué à partir des cotes mesurées. La Figure 17 illustre les valeurs du niveau d'eau prises en compte.

Les volumes pompés entre le 11 Septembre et le 23 Septembre sont estimés à 34 400 m³ pour une durée effective de pompage de 114 h soit un débit moyen de 301 m³/heure. La Figure 18 illustre la répartition de ces pompages au cours de cette période ainsi que l'évolution des débits par pompage. On notera que l'analyse des consommations de carburant tend à montrer que la puissance du GMP a été limitée à plus de 50% de sa puissance au cours du repiquage.. Cette pratique est certainement à mettre en relation avec les nombreux arrêts pour brèche du canal principal qui ont nécessité de limiter le débit.

Figure 17 : Evaluation de la cote du niveau de l'eau dans le chenal d'alimentation de l'UAI A7.

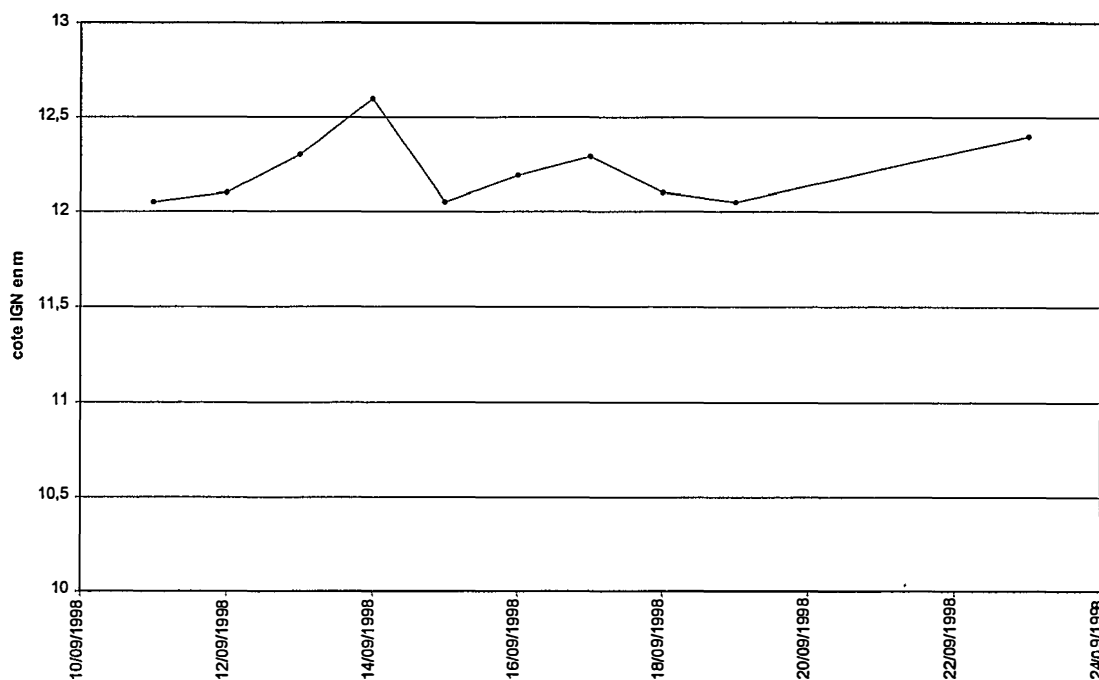
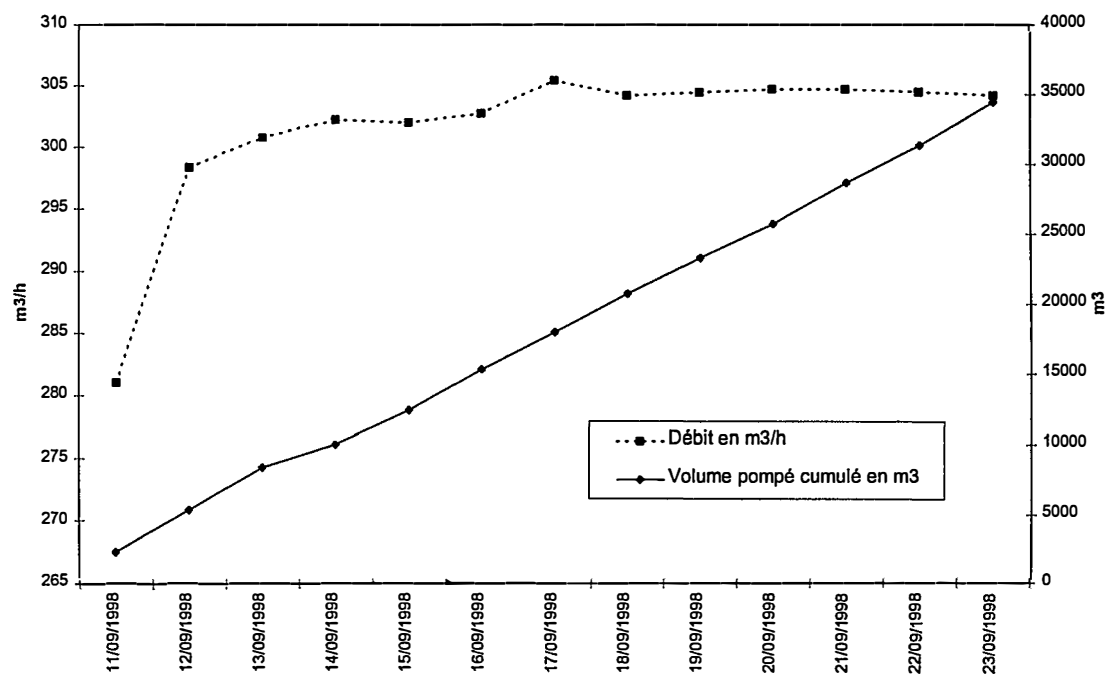


Figure 18: Evolution des volumes pompés et des débits (UAI A7 du 13/09 au 23/09/98).



7.4 EVALUATION DE L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION (UAI A7).

L'estimation des besoins en eau a été effectuée en prenant en compte la pluviométrie de Matam faute de données spécifiques au site étudié.

Faute de disposer de la date de semis on ne peut que constater que la dose moyenne apportée par parcelle lors de la première irrigation est de l'ordre de 123 mm, ce qui conduit à admettre que le sol était déjà largement humecté par les pluies.

En prenant en compte le fait que les irrigations sont reprises après 10 jours, les pluies de la décade précédente et celle durant le tour d'eau, l'efficacité de l'irrigation devrait être de l'ordre de 50%.

7.5 EVALUATION DES CHARGES D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS ET DU RESEAU.(UAI A7).

7.5.1 Entretien du réseau (UAI A7).

L'entretien du réseau a été réalisé par la SAED en 1996 et 1997 pour un montant de 1 100 800 cfa.

7.5.2 Entretien du GMP avant campagne (UAI A7).

En 1998 le GMP a été remis en état pour un montant de 1 039 000 cfa..

Le Tableau 24 illustre les frais d'entretien et de renouvellement du matériel en début de campagne au cours des 2 dernières années de culture qui s'élèvent en moyenne à 525 000 fcfa.

Tableau 24 : Evaluation des frais de réparation du groupe motopompe (UAI A7).

Année	Achats pièces détachées	Campagne réalisée
1995		0
1996	20 000 cfa	1
1997		0
1998	1 039 000 cfa	1
Coût moyen par campagne (arrondi)	525 000 fcfa	

7.5.3 Rétribution du pompiste.

La gestion du GMP est assurée par 1 pompiste rétribué 26 400 cfa par campagne et reçoit de l'ordre de 1400 kg de paddy soit un équivalent financier de 170 000 Fcfa par campagne.

7.6 EVALUATION DES CHARGES D'IRRIGATION PAR CAMPAGNE SUR L'UAI A7 DE NDOULOUADJI.

7.6.1 Charges d'irrigation au niveau de l'UAI.

L'extrapolation des résultats du suivi de début de campagne à l'ensemble de la campagne a été réalisé en prenant en compte les consommations de référence pour une HMT de 3m..

Le Tableau 25 illustre les consommation de références calculées pour une date de semis la deuxième décade de Août et une période de début de campagne allant jusqu'au 20 Septembre.

Tableau 25: Estimation des besoins en carburant de référence (UAI A7) (litre de gas oil / ha).

année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenn e
Cons.ref camp	38	33	38	42	40	39	38	38	38,25
Cons ref déb	8,3	6,3	7,9	7,9	7	5,7	6,9	4,7	6,8

Pour une consommation en début de campagne de 270 litres de gas oil et 3 litres d'huile, la consommation en gas oil pour l'ensemble de la campagne est ainsi estimée à 1510 l et la consommation en lubrifiant estimée proportionnellement au volume de gas oil devraient être de l'ordre de 17 litres.

Le Tableau 26 illustre les charges d'irrigation déterminées sur cette base pour l'ensemble de la campagne, soit un montant de l'ordre de **114 300 Fcfa/ha**. Ce montant ne prend pas en compte les charges de pompage relatifs à la station de Ndouloumadji.

La contribution financière des usagers pour la seule année 1998 s'élève à **57 500 cfa/ha** (non prises en compte les charges de pompage relatifs à la station de Ndouloumadji et les charges de remise en état du réseau).

Tableau 26 :Charges d'irrigation relatives à l'UAI A7. (19,4 ha cultivés)

Objet	Montant (cfa)	Montant 1998 (cfa)
Réparation GMP avant campagne	525 000 cfa	525 000 cfa
Entretien du réseau	1 100 800 cfa	
Pompiste	170 000 cfa	170 000 cfa
Aiguadiers		
Frais de carburant et lubrifiant	421 000 cfa	421 000 cfa
Total	2 216 800 cfa	1 116 000 cfa
Montant / hectare cultivé	114 268 cfa	57 526 cfa

7.6.2 Charges d'irrigation au niveau de la station de pompage.

Les charges d'entretien annuel de la station de pompage sont de l'ordre de 500 000 fcfa par an soient rapportées à la surface de l'UAI A7 63 500 fcfa.

En prenant comme hypothèse un salaire mensuel du pompiste de 70 000 fcfa le montant par campagne à supporter par l'UAI serait de 35 600 fcfa.

Le relevé de la consommation en énergie électrique du 11 Août au 27 Octobre est de 13 500 Kwh ce qui correspond à des pompages en Août et Octobre dans la mesure où du 2/09/98 au 30/09/98 l'alimentation en eau a été gravitaire.

L'estimation des besoins en énergie a été réalisée en se référant aux besoins de références qui a été calculée:

- ◇ pour une date de semis la deuxième décade de Août.
- ◇ pour une période de durée de campagne allant jusqu'à fin Octobre.
- ◇ en tenant compte de la cote du fleuve permettant l'irrigation gravitaire du casier.

Le Tableau 27 illustre les résultats de cette estimation.

Tableau 27: Estimation des besoins en carburant de référence (Station de Ndouloumadji)
(litre de gas oil / ha).

année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	moyenne
Cons.ref camp	132	86	90	101	55	67	87	130	93,5
Cons ref déb	74,6	32	35	44	24	11	31	65	39,6

Le Tableau 28 illustre l'estimation du coût de pompage réalisé à partir de l'estimation des besoins en carburant de référence.

Tableau 28 Evaluation des charges en énergie électrique (station de Ndouloumadji).

	Période du 10 Août à fin Octobre	Ensemble du cycle (estimation)
Energie consommée	13 500 KWh	31 900 KWh
Consommation hors pointe (55,88 cfa/KWh)	12820 KWh	30 300 KWh
Consommation pointe (80,63 KWh)	680 Kwh	1 600 KWh
Coût énergie	777 210 cfa	1 822 172 cfa
Coût UAI A7		231 375 cfa

Les charges relatives au fonctionnement et à l'entretien de la station de pompage s'élèvent à de l'ordre de 330 500 cfa soit un coût à l'hectare de 17 030 cfa/ha.

7.6.3 Charges totales d'irrigation.

La somme totale des charges au niveau de l'UAI et de la station de pompage est de l'ordre de 75 000 fcfa/ha (non pris en compte le coût des charges fixes de la facture électrique).

Annexe 3 :

TYPLOGIE DES AMENAGEMENTS (d'après base de données SAED.)

1. REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES D'AMENAGEMENTS EN FONCTION DE LA SOURCE D'EAU.

Ensemble du département de Matam.

Type d'aménagement	Nombre	Surface (ha)
Aménagements de 1ère et de 2 ème génération	180	3494
Aménagements de 1ère et de 2 ème génération consolidés dans le cadre de Matam III	35	862
Aménagements réhabilités dans le cadre de Matam III	5	111
Aménagements créés dans le cadre de Matam 3	10	190
Aménagements PRODAM	42	1138
Casiers UAI dépendantes	48	1093
Casiers UAI indépendantes	10	230
Total	330	7118

Aménagements alimentés en eau par le fleuve Sénégal.

Type d'aménagement	Nombre	Surface (ha)
Aménagements de 1ère et de 2 ème génération	102	1928,95
Aménagements de 1ère et de 2 ème génération consolidés dans le cadre de Matam III	14	386,94
Aménagements réhabilités dans le cadre de Matam III	5	110,95
Aménagements créés dans le cadre de Matam 3	3	70,1
Aménagements PRODAM	35	946,6
Casiers UAI dépendantes	0	0
Casiers UAI indépendantes	0	0
Total	159	3444

Aménagements alimentés en eau par le Diamel.

Type d'aménagement	Nombre	Surface (ha)
Aménagements de 1ère et de 2 ème génération	60	1114,72
Aménagements de 1ère et de 2 ème génération consolidés dans le cadre de Matam III	18	404,92
Aménagements réhabilités dans le cadre de Matam III	6	98,31
Aménagements créés dans le cadre de Matam 3	0	0
Aménagements PRODAM	7	191
Casiers UAI dépendantes	15	312,30
Casiers UAI indépendantes	4	90,50
Total	110	2231,75

Aménagements alimentés en eau par le Dioulol ou autre défluent.

Type d'aménagement	Nombre	Surface (ha)
Aménagements de 1ère et de 2ème génération	18	450,67
Aménagements de 1ère et 2ème génération consolidés dans le cadre de Matam III	3	70,20
Aménagements réhabilités dans le cadre de Matam III	0	0,00
Aménagements créés dans le cadre de Matam 3	7	119,66
Aménagements PRODAM	0	0,00
Casiers UAI dépendantes	33	780,74
Casiers UAI indépendantes	6	139,73
Total	61	1442,69

2. POURCENTAGE DE TERRES NON RIZICULTIVEES SUIVANT LA SOURCE D'EAU.

Importance des surfaces non rizicultivées en % des aménagements implantés.

		Source d'eau		
% de surfaces aménagées non rizicultivées	Ensemble du département de Matam	Sénégal	Diamel	Dioulol et autres défluent
0 à 25%	69,7%	68,0%	80,9%	72,5%
25% à 50%	14,6%	19,0%	7,9%	19,6%
50% à 75%	6,9%	9,0%	5,6%	5,9%
75% à 100%	8,8%	4,0%	5,6%	2,0%

3. CARACTERISATION DE LA MISE EN VALEUR DES AMENAGEMENTS.

Type de mise en valeur en fonction de la source d'eau en % du nombre d'aménagements implantés.

		Source d'eau		
Type de mise en valeur	Ensemble du département de Matam	Sénégal	Diamel	Dioulol et autres défluent
Saison des pluies et sèche	47,5%	39,6%	50,6%	27,9%
Saison des pluies uniquement	38,1%	47,0%	33,9%	60,7%
Saison sèche uniquement	5,-%	3,0%	5,8%	1,6%
Non exploités	9,4%	10,4%	9,7%	9,8%

Nombre de campagnes (saison des pluies et contre-saison) depuis 1990 en fonction du type d'aménagements :

- Type 1 : aménagements de 1ère et 2 ème génération sans intervention particulière depuis leur création.
- Type 2 : aménagements ayant fait l'objet d'une intervention dans le cadre de MATAM III (renforcement, réhabilitation ou création).

Nombre de campagnes réalisées	Aménagements de type 1	Aménagements de type 2
12	1,8%	0,0%
11	2,9%	1,4%
10	0,6%	2,1%
9	2,9%	5,7%
8	6,5%	6,4%
7	8,8%	12,1%
6	12,9%	19,1%
5	12,9%	11,3%
4	7,6%	17,7%
3	8,8%	10,6%
2	9,4%	5,0%
1	11,8%	2,8%
0	12,9%	5,7%